

LAPORAN AKHIR
HIBAH KOMPETITIF SESUAI PRIORITAS
NASIONAL BATCH II
TAHUN 2009



1000433

Judul : **Inovasi Teknologi Produksi Gula Sirup dan Gula Serbuk Palma (Kelapa, Siwalan dan Aren) sebagai Penyangga Kebutuhan Gula di Daerah Tertinggal**

Ketua : Dodyk Pranowo, STP, M.Si, NIP. 19790405200312 1 005

Anggota : 1. **Prof. Dr. Ir. Sri Kumalaningsih, M.App.Sc.** NIP. 19420426 196804 2 001
2. **Ir. Maimunah Hindun Pulungan, MS.** NIP. 19560913 198601 2 001
3. **Sucipto, STP, MP** NIP. 19730602 199903 1 001

Diblayai oleh **Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi**, Departemen **Pendidikan Nasional**
Sesuai dengan Surat **Perjanjian Pelaksanaan Hibah Kompetitif Sesuai Prioritas Nasional Batch II**,
Nomor 315/SP2H/PP/DP2M/VI/2009
Tanggal 16 Juni 2009

LEMBACA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2009

LAPORAN AKHIR

1. Judul Penelitian : Inovasi Teknologi Produksi Gula Sirup dan Gula Serbuk Palma (Kelapa, Siwalan dan Aren) sebagai Penyangga Kebutuhan Gula di Daerah Tertinggal
2. Ketua Pelaksana Penelitian :
Nama : Dodyk Pranowo, STP, M.Si
NIP : 19790405 200312 1 005
Jabatan/Golongan : Penata Muda/III-a
3. Universitas : Universitas Brawijaya
4. Fakultas/Jurusan : Teknologi Pertanian/ Teknologi Industri Pertanian
5. Dibiayai melalui kontrak kerja : Nomor 315/SP2H/PP/DP2M/VI/2009, Tanggal 16 Juni 2009
6. Nilai Kontrak : Rp. 99.400.000,- (Sembilan puluh sembilan juta empat ratus ribu rupiah)
7. Jangka Waktu Pelaksanaan : 8 (delapan) bulan

8. Personalia Pelaksanaan Kegiatan :

No	Nama Ketua, Anggota dan Gelar	Bidang Keahlian	Tugas dalam Tim
1.	Dodyk Pranowo, S.TP., M.Si	Rekayasa Teknologi Agroindustri	Koordinator dan pelaksana dalam pelaksanaan kegiatan rekayasa proses teknologi pengolahan gula semut dan gula sirup palma
2.	Prof. Dr. Ir. Sri Kumalaningsih, M.App.Sc	Ilmu Bahan Agroindustri	Menganalisis bahan baku gula palma (aren, kelapa dan siwalan) baik yang berasal dari nira palma maupun yang berasal dari gula cetak palma
3.	Ir. Maimunah Hindun Pulungan	Manajemen Pemasaran	Membantu tim dalam menganalisis kebutuhan pasar terhadap produk gula palma sirup dan gula palma serbuk yang terdapat di daerah tertinggal
4.	Sucipto, STP,MP	Manajemen Produksi	Membantu tim dalam menyiapkan UKM lokasi penelitian untuk merancang aspek produksi gula palma sirup dan gula palma cetak yang terdapat di daerah tertinggal

9. Lokasi Pelaksanaan Penelitian

No	Kegiatan	Lokasi Penelitian
1.	Pembuatan gula sirup dan gula semut berbahan baku nira kelapa	Desa Pesu, Kecamatan Kampak Kabupaten Trenggalek
2.	Pembuatan gula sirup dan gula semut berbahan baku nira aren	Kecamatan Sangkapura, Kabupaten Gresik, Pulau Bawean
3.	Pembuatan gula sirup dan gula semut berbahan baku nira siwalan	Desa aeng anyar, Kecamatan Giligenting, Kabupaten Sumenep, Pulau Giligenting
4.	Pembuatan gula sirup dan gula semut berbahan baku gula cetak aren	Laboratorium Teknologi Agrokimia
5.	Pembuatan gula sirup dan gula semut berbahan baku gula cetak siwalan	Laboratorium Teknologi Agrokimia
6.	Pembuatan gula semut berbahan baku gula cetak kelapa	Laboratorium Teknologi Agrokimia

Malang, Desember 2009

Mengetahui
Dekan Fakultas Teknologi Pertanian



Prof. Dr. Ir. Harijono, M. App. Sc.
NIP. 19 530304 198002 1 001

Ketua Tim Peneliti,



Dodyk Pranowo, STP, MSi.
NIP. 19790405 200312 1 005

Menyetujui :
Ketua LPPM Univ. Brawijaya



Prof. Dr. Ir. Siti Chuzaimi, MS.
NIP. 19530514 198002 2 001

INOVASI TEKNOLOGI PRODUKSI GULA SIRUP DAN GULA SERBUK PALMA (KELAPA, SIWALAN DAN AREN) SEBAGAI PENYANGGA KEBUTUHAN GULA DI DAERAH TERTINGGAL

Dodyk Pranowo¹⁾, Sri Kumalaningsih¹⁾, M. Hindun Pulungan¹⁾, Sucipto¹⁾

¹⁾ Jurusan Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya

RINGKASAN

Gula pasir merupakan salah satu kebutuhan pokok yang hingga kini masih menjadi masalah serius, untuk memenuhi kebutuhan gula pasir setiap tahun harus didatangkan dari luar negeri (Litbang Deptan, 2006). Pada tahun 2003 mencapai 45,59% (Susilo dan Yudanto, 2004), sedangkan pada 2007 meningkat menjadi 52% (Dadang dkk., 2008). Salah satu alternatif terbaik adalah pengembangan agroindustri gula palma (*brown sugar*) yang diolah dari nira tanaman kelapa, aren, siwalan dan nipah (Pattnayak dan Misra, 2004). Untuk mengatasi hal tersebut pengolahan gula palma dalam bentuk sirup dan kristal merupakan alternatif terbaik dibandingkan dengan produk gula cetak, namun demikian diperlukan rancangan teknologi prosesing yang layak secara teknis maupun finansial.

Tujuan yang ingin dicapai dari kegiatan penelitian ini antara lain : (a) Mendapatkan kondisi prosesing pengolahan gula sirup dan gula semut yang efisien dengan menggunakan bahan baku nira (kelapa, aren dan siwalan); (b) Mendapatkan kondisi reprosesing (pengolahan ulang) yang efisien dengan menggunakan bahan baku gula cetak produksi perajin menjadi gula semut; (c) Mendapatkan kualitas khemis (kandungan gizi) dan kualitas organoleptik terhadap gula sirup dan gula semut yang dihasilkan dari percobaan skala laboratorium;

Penelitian secara keseluruhan akan diselesaikan dalam kurun waktu 2 tahun, yang terdiri dari 4 tahapan penelitian. Pada tahun pertama terdiri dari 2 penelitian utama yaitu: Tahap 1: Kajian teknologi produksi gula sirup dan gula serbuk dari nira tanaman Palma (kelapa, aren dan siwalan), Tahap 2: Kajian

teknologi produksi gula sirup dan kristal dari gula cetak dari bahan baku gula cetak produksi perajin secara reprosesing.

Hasil penelitian terhadap kajian bahan baku menunjukkan bahwa Nira dan Gula kelapa cetak di dapatkan dari Desa Karangrejo, Kecamatan Kampak Kabupaten Trenggalek. Berdasarkan pada profil Desa Pesu Kecamatan Kampak Kabupaten Trenggalek tanaman kelapa yang terdapat didesa tersebut menempati luas lahan sebesar 50 Ha Lahan dengan jumlah pohon sekitar 100.000 pohon (Anonymous", 2008). Produksi nira per harinya tidak menentu tergantung dari cuaca yang terjadi pada saat itu, jika pada musim kemarau produksi nira perhari untuk satu pohon kelapa mencapai rata-rata 3,5 liter/pohon. Potensi pengembangan gula arm, yang ada di Desa Sungairujing Kecamatan Sangkapura Kabupaten Gresik yang berada di Pulau Bawean. Berdasarkan pada profil Desa Sungairujing Kecamatan Sangkapura (2008) , tanaman aren berada pada areal lahan sebesar 74 Ha yang tersebar pada seluruh lokasi di desa Sungarujing Produksi nira aren yang ada di Desa Sungairujing Kecamatan Sangkapura Kabupaten Gresik rata adalah 4 liter/pohon/hari. Tanaman siwalan di Kecamatan Giligenting merupakan salah satu jenis palma yang banyak terdapat di Kabupaten Sumenep. Salah satu penghasil nira siwalan terbesar adalah di Desa Aenganyar. Berdasarkan pada hasil penelusuran data dilapang rata-rata produksi nira pohon siwalan mencapai 2-2,5 liter/pohon/hari. Jumlah pohon yang terdapat di desa tersebut mencapai lebih dari 40.000 pohon siwalan.

Kondisi yang paling,efisien untuk prosesing pengolahan gula sirup yang berasal dari nira adalah sebagai berikut, untuk jenis palma kelapa absorben yang digunakan adalah karbon aktif dengan konsentrasi 3%, sedangkan jenis palma aren absorben yang digunakan adalah zeolit dengan konsentrasi 3% dan untuk jenis palma siwalan absorben yang digunakan adalah zeolit dengan konsentrasi 3%. Kondisi prosesing untuk pengolahan gula semut dari nira yang paling efisien adalah penambahan FCS sebesar 5% untuk semua jenis palma (kelapa, aren dan siwalan). Kondisi reprosesing yang paling efisien untuk pembuatan gula semut yang berasal dari gula cetak adalah sebagai berikut; untuk jenis palma kelapa kondisi reprosesing yang paling ufirien adalah dengan

menambahkan absorben zeolit sebesar 1%, sedangkan jenis absorben aren dengan menambahkan zeolit juga sebesar 1%, kemudian untuk jenis palma siwalan kondisi yang terpilih adalah dengan menambahkan karbon aktif sebesar 1%.

Kualitas khemis yang dihasilkan dari hasil penelitian skala laboratorium adalah telah memenuhi standar mutu yang ada dimana rata-rata kadar air kurang dari 2% untuk gula semut dan standar °brix telah lebih dari 60% sebagai salah satu standar sirup. Saran dari penelitian ini adalah penelitian ini dilakukan masih dalam skala laboratorium sehingga perlu dikembangkan menjadi skala ganda yang lebih besar lagi untuk dapat dihasilkan paket teknologi yang sesuai dengan kebutuhan UKM.

Innovation Technology For Production Syrup Sugar And Granulated Sugar Palm (Coconut, Siwalan And Arenga) As a Buffer of Sugar Need In Marginal Area

Dodyk Pranowo¹⁾, Sri Kumalaningsih¹⁾, M. Hindun Pulungan¹⁾, Sucipto¹⁾

¹⁾ Department of Agroindustrial Technology , Faculty of Agriculture Technology ,
University of Brawijaya

SUMMARY

Cane Sugars are one of fundamental needs that up to now still come into question serious, to fulfill need of sugar cane every year must delivered from import (Litbang Deptan, 2006). In 2003 reach 45,59% (Susilo and Yudianto, 2004), whereas in 2007 level becomes 52% (Dadang dkk., 2008). One of best alternative was development agroindustry palm sugar (brown sugar) that processed from sap of coconut plants, sugar palm, siwalan and nipah (Pattnayak and Misra, 2004). To overcome that sugar palm processing in the form of syrup and crystal is best alternative that compared to conventional sugar product, nevertheless needed technology design competent processing technically and also financial.

The aim of this research was, (a) obtain condition processing of syrup sugar and granulated sugar efficient by using raw material sap (coconut, sugar palm and siwalan); (b) obtain condition reprocessing efficient by using sugar raw material from small scale Industry (SME) becomes granulated sugar; (c) assessment the chemical quality and quality organoleptic to syrup sugar and granulated sugar that produced from experiment of laboratory scale. Research as a whole will be finished in range of time 2 year, that consist of 4 research steps In first consist of 2 main research's that is: stage 1: Study of syrup sugar technology and granulated sugar from sap palm plants (coconut, sugar palm and siwalan), Stage 2: Study of syrup sugar and granulated sugar from sugar production by SME in reprocessing

The result of this study, about raw material indicate that sap a d coconut sugar gotten from Karangrejo, District Kampak, Trenggalek . Based on its profile show that coconut plants that existed in this village are referred occupy wide farm as high as 50 Ha areas with tree amount around 100.000 trees.(Anonymous, 2008). Production of sap was every day uncertain hung from weather that happened at that moment, if at production dry

season sap per day for one coconut tree reach the average of 3,5 litres/tree. Potency of palm sugar development, that exist in Sungairujing, Sangkapura distric Gresik that reside in bawean islands. Base on this profile, sugar palm plants as high as 74 Ha that disseminated at all locations in the countryside Sungarujing. Sap production from arenga palm sugar that exist in Sungairujing flattening is 4 litres/tree/day. Plants siwalan palm in Giligenting is one of type palm that many existed m district Sumenap. One of biggest producer sap siwalan palm in the countryside Aenganyar. Rely on result in the field investigate the average of production siwalan sap reaches 2-23 litres/tree/day. Tree Amount that existed in the countryside referred reach more than 40.000 trees siwalan.

The most efficient condition for processing of syrup sugar that indigenous to sap shall be as follows, for type coconut palm absorbent that used is active carbon with concentration 3%, whereas type arenga palm sugar, absorbent that used is zeolite with concentration 3% and for type siwalan palm absorbent that used is zeolite with concentration 3%. Condition for processing of granulated sugar from sap the most efficient is addition FCS as high as 5% for all type Palm (coconut, arenga palm and siwalan). The most efficient condition reprocessing for making of granulated sugar that indigenous to palm sugar shall be as follows, for type condition coconut palm reprocessing the most efficient is by enhance absorbent zeolite as high as 1%, whereas type, absorbent arenga sugar palm by enhance zeolite also as high as 1%, and for type siwalan palm chosen condition is by enhance active carbon as high as 1%.

Chemical quality that produced from laboratory scale research is has fulfilled existing quality standard where the average of level of water less than 2% for granulated sugar and standard °brix had been more than 60% as one of syrup standard. Suggestion from research this was research conducted still in laboratory scale until must will become double scale larger ones next to be able to produced technology package matching with need SME.

DAFTAR ISI

Daftar Isi	i
Daftar Tabel	iii
Daftar Gambar	iv
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan Penelitian	2
1.3. Urgensi/Keutamaan Penelitian	2
BAB II. STUDI PUSTAKA	5
2.1. Potensi Gula Palma di Indonesia	5
2.2. Gula Kelapa	6
2.3. Gula Sirup	8
2.4. Gula Semut	8
2.5. Teknologi Prosesing Gula Semut	10
BAB III. METODE PENELITIAN	14
3.1. Kerangka Pemikiran	14
3.2. Tahapan Penelitian	16
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	24
4.1. Potensi Bahan Baku Nira dan Gula Cetak	24
4.2. Kajian Proses Adsorpsi Gula Palma Sirup dari Nira Kelapa, Aren dan Siwalan yang efisien (Kajian Pengaruh Jenis dan Konsentrasi Adsorben yang Ditambahkan)	33
4.3. Pengaruh Jenis dan Konsentrasi Adsorben terhadap Kualitas Gula Semut yang Diolah dari Gula Cetak (kelapa, aren dan siwalan) dengan Metode Reprosesing	40
4.4. Pengaruh Penambahan Inti Kristal (FCS) pada Pengolahan Gula Semut berbahan baku nira terhadap Kualitas Gula Palma (kelapa, aren dan siwalan) yang Dihasilkan	47
4.5. Pengaruh Penambahan Inti Kristal (FCS) pada Pengolahan Gula Semut Berbahan Baku Gula Cetak (kelapa, aren dan siwalan) terhadap Kualitas Gula Semut yang Dihasilkan	48
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	59
5.1. Kesimpulan	59
5.2. Saran	59
DAFTAR PUSTAKA	60

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Kualitas kimia nira kelapa di Desa Peso Kecamatan Kampak Kabupaten Trenggalek.....	24
Tabel 2. Perbandingan Karakteristik Kimia Gula Kelapa Cetak Desa Pesu Kecamatan Kampak kabupaten Trenggalek dengan standar SNI. 01-3743-1995.....	26
Tabel 3 Kualitas kimia nira aren Desa Sungairujing Kecamatan Sangkapura Kabupaten Gresik , Pulau Bawean	28
Tabel 4. Karakteristik Kimia Gula Aren Cetak Desa Sungairujing Kecamatan Sangkapura Kabupaten Gresik, Pulau Bawean	28
Tabel 5 Kualitas kimia nira siwalan Desa Aenganyar Kecamatan Giligenting Kabupaten Sumenep.....	31
Tabel 6. Karakteristik Kimia Gula Cetak Siwalan Desa Aenganyar Kecamatan Giligenting Kabupaten Sumenep.....	32
Tabel 7. Rendemen sirup gula palma yang b e d dari nira palma berdasarkan pada hasil penelitian.....	33
Tabel. 8. Uji lanjut Duncan pada variabel tak bebas rendemen terhadap jenis absorben	35
Tabel. 9. Uji lanjut Duncan pada variabel tak bebas rendemen terhadap Konsentrasi absorben.....	36
Tabel 10. Warna sirup gula palma yang berasal dari nira palma berdasarkan pada hasil penelitian.....	36
Tabel. 11. Uji lanjut Duncan pada variabel tak bebas warna terhadap jenis absorben yang ditambahkan.....	37

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Kerangka Pemikiran Penelitian Inovasi Teknologi Produksi Gula Sirup Dan Gula Serbuk Palma (Kelapa, Siwalan Dan Aren) Sebagai Penyangga Kebutuhan Gula Di Daerah Tertinggal	IS'
Gambar 2. Tahapan Penelitian.....	17
Gambar 3. Nira Kelapa Desa Pesu Kecamatan Kampak Kabupaten Trenggalek	25
Gambar 5. Kenampakan fisik gula kelapa cetak di Desa Pesu Kecamatan Kampak Kabupaten Trenggalek.....	26
Gambar 6. Potensi Tanaman Aren yang tersebar di Desa Sungairujing Kecamatan Sangkapura Kabupaten Gresik.....	27
Gambar 7. Karakteristik fisik gula aren cetak di Desa Sungairujing Kecamatan Sangkapura Kabupaten Gresik, Pulau Bawean.....	29
Gambar 8. Pohon Siwalan Penghasil nira siwalan.....	30
Gambar 9. Karakteristik fisik gula cetak siwalan di Desa Aenganyar Kecamatan Giligenting Kabupaten Sumenep	31
Gambar 10. Estimated Marginal Means dari rendemen sirup gula palma.....	35
Gambar 11. Estimated Marginal Means dari warna sirup gula palma.....	38

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Gula pasir merupakan salah satu kebutuhan pokok yang hingga kini masih menjadi masalah serius, untuk memenuhi kebutuhan gula pasir setiap tahun harus didatangkan dari luar negeri (Litbang Deptan, 2006). Pada tahun 2003 mencapai 45,59% (Susilo dan Yudanto, 2004), sedangkan pada 2007 meningkat menjadi 52% (Dadang dkk., 2008). Berbagai permasalahan yang dihadapi dalam pengadaan gula pasir di Indonesia menurut Badan Litbang Pertanian (2005) antara lain : (1) industri gula Indonesia mengalami masalah deindustrialisasi yaitu mengalami penurunan jumlah dan produksi pabrik gula karena adanya beberapa pabrik yang sudah tidak berproduksi lagi, (2) industri gula Indonesia juga mengalami regresi industri yaitu penurunan produktivitas dan efisiensi pabrik, sehingga menurunkan produksi gula nasional, dan (3) industri gula Indonesia telah mengalami disintegrasi industri, yaitu belum adanya integrasi yang kokoh antara *stakeholder* yaitu petani tebu, pabrik gula dan lembaga penelitian.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut perlu dicarikan alternatif sumber gula dari bahan lain yang memungkinkan dapat dikembangkan di berbagai wilayah di Indonesia. Salah satu alternatif terbaik adalah pengembangan agroindustri gula palma (*brown sugar*) yang diolah dari nira tanaman kelapa, aren, siwalan dan nipah (Pattnayak dan Misra, 2004). Produk tersebut memiliki beberapa kelebihan, diantaranya adalah : a). bahan baku tersebar luas diberbagai wilayah Indonesia; b). teknologi prosesing telah dikenal oleh masyarakat; c). produk telah dikenal oleh masyarakat luas (gula cetak dan gula semut/kristal); d). ketersediaan bahan baku sepanjang masa karena dihasilkan oleh tanaman perkebunan; e). investasi industri dan teknologi yang dibutuhkan tidak terlalu tinggi; f). tidak memerlukan ketrampilan SDM yang tinggi.

Pada kenyataannya, peran gula palma dalam mendukung kebutuhan gula pasir dalam kehidupan sehari-hari kurang signifikan, hal tersebut disebabkan oleh beberapa kelemahan mendasar diantaranya adalah : a). harga produk (gula cetak dan gula semut) lebih tinggi dibandingkan gula pasir; b). bentuk gula cetak kurang

praktis penggunaannya (sulit larut untuk pembuatan minuman); dan c). proses pembuatan butuh waktu lama dan efisiensi produksi rendah sehingga sulit dikembangkan pada agroindustri skala lebih besar.

Untuk mengatasi hal tersebut pengolahan gula palma dalam bentuk sirup dan kristal merupakan alternatif terbaik dibandingkan dengan produk gula cetak, namun demikian diperlukan rancangan teknologi prosesing yang layak secara teknis maupun finansial. Sistem produksi tersebut diharapkan cocok untuk pengembangan agroindustri dalam pemenuhan kebutuhan gula di wilayah tertinggal (terisolir, marginal, pendapatan rendah) yang banyak tersebar di wilayah Indonesia.

12. Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dari kegiatan penelitian ini antara lain :

- a. Mendapatkan kondisi prosesing pengolahan gula sirup dan gula semut yang efisien dengan menggunakan bahan baku nira (kelapa, aren dan siwalan);
- b. Mendapatkan kondisi reprosesing (pengolahan ulang) yang efisien dengan menggunakan bahan baku gula cetak produksi perajin menjadi gula semut;
- c. Mendapatkan kualitas khemis (kandungan gizi) dan kualitas organoleptik terhadap gula sirup dan gula semut yang dihasilkan dari percobaan skala laboratorium;

13. Urgensi/Keutamaan Penelitian

Permasalahan kebutuhan gula pasir sebagai bahan pemanis hingga kini masih belum dapat terselesaikan, hal tersebut disebabkan oleh beberapa hal antara lain: a) laju pertumbuhan penduduk yang tinggi, b) penurunan produktivitas/efisiensi usaha tani, c). Penurunan produktivitas/efisiensi pabrik gula dan d) penurunan inovasi lembaga penelitian (Litbang Deptan, 2004).

Salah satu upaya yang dapat dilakukan mengatasi permasalahan tersebut adalah, pertama, merangsang tumbuhnya industri gula alternatif pada skala kecil, kedua, memproduksi gula non-tebu (gula palma) dan gula tebu semi rafinasi di

sentral tebu lahan kering (marginal). Namun demikian diantara dua alternatif tersebut, produksi gula palma pada industri kecil lebih memungkinkan dikembangkan di berbagai wilayah pedesaan Indonesia, karena tidak memerlukan investasi alat dan mesin yang mahal, cita rasa gula palma lebih disukai oleh konsumen dan banyak digunakan dalam industri olahan pangan (roti, kue dan lain-lain) (Tiwari *et al*, 2004), dan keunggulan nutrisi mengandung galaktoman yang sangat diperlukan bagi penderita diabetes (Pattnayak dan Misra, 2004).

Permasalahan mendasar yang dihadapi dalam pengembangan gula palma adalah bentuk utamanya gula cetak, produk tersebut kurang praktis dalam penggunaan (sulit dalam penakaran dan sulit larut dalam air), biaya produksi terlalu tinggi dan harga lebih mahal dibandingkan gula pasir dari tebu. Hasil penelitian Kondororik (2003) membuktikan bahwa dilihat dari aspek ekonomi, lebih menguntungkan nira dijual dalam bentuk segar dibandingkan dengan dibuat gula cetak. Diperkuat oleh Dariati (2005) bahwa besarnya komponen biaya bahan bakar dalam produksi gula cetak mencapai 51,07% dari total biaya produksi (Rp. 7.000.000 dari total Rp. 13.980.320), sedangkan bahan baku (nira kelapa) hanya 21,06% (Rp. 4.116.000) untuk sekali proses nira sebanyak 120 l/hari. Hal tersebut menunjukkan bahwa teknologi produksi gula cetak yang dilakukan oleh perajin/UKM selama ini tidak efisien, sehingga berdampak pada keuntungan yang diperoleh produsen sangat kecil dan harga produk di konsumen relatif mahal sehingga mempersulit pengembangan agroindustri gula palma sebagai penyangga gula di wilayah pedesaan.

Salah satu alternatif pengembangannya adalah memperbaiki bentuk produk gula palma ke arah sirup dan serbuk, karena kedua bentuk tersebut mempunyai kelebihan kemudahan/praktis dalam konsumsi. Teknologi pengolahan gula sirup hanya memerlukan proses pemekatan hingga mencapai derajat Brix 70%, sedangkan pada gula cetak harus melewati konsentrasi jenuh untuk bisa memadat sehingga perlu bahan bakar banyak dan waktu proses h a

Perubahan orientasi produksi gula cetak ke gula sirup dapat mengurangi kebutuhan bahan bakar dan waktu proses menjadi singkat. Pada penelitian akan dilakukan kajian mengenai proses pengolahan sirup gula palma yang efisien

sehingga biaya produksinya rendah, dan kualitas produk yang dihasilkan memenuhi standar S M serta disukai oleh konsumen sebagai pengganti gula pasir bagi masyarakat yang berada di wilayah tertinggal.

Pada produksi gula palma semut (gula serbuk) permasalahan mendasar yang dihadapi dalam produksi adalah efisiensi proses kristalisasi, karena pada proses tersebut memerlukan persyaratan kualitas nira palma yang bagus. Susanto (1992) menyatakan bahwa untuk bisa diolah menjadi gula semut diperlukan nira kelapa yang kadar gula reduksinya maksimal 7%, diatas kadar tersebut gula sulit dikristalkan. sehingga perajin hanya dapat mengolah menjadi gula cetak. Hasil penelitian Setyawati (1989) menyatakan bahwa kualitas nira sangat dipengaruhi oleh jenis tanaman, lokasi tumbuh, kondisi tanah, kebersihan dalam penyadapan serta musim penyadapan. Lebih lanjut dinyatakan bahwa nira yang bagus hanya dapat dihasilkan pada musim kemarau, sedangkan pada musim penghujan relatif sulit diperoleh.

Bertitik tolak dari kedua permasalahan tersebut dalam penelitian akan dikaji berbagai langkah strategis produksi gula palma sebagai berikut : a) apabila kualitas nira bagus (kadar gula reduksi $<7\%$) akan dilakukan produksi gula semut, b) bila kualitas nira kurang bagus (kadar gula reduksi $>7\%$) akan dilakukan produksi gula sirup; dan c) mengolah ulang gula cetak produksi perajin menjadi gula sirup dan gula semut sesuai dengan perkembangan harga gula di wilayah pedesaan.

BAB II. STUDI PUSTAKA

21. **Potensi Gula Palma di Indonesia**

Kebutuhan gula sebagai bahan pemanis di Indonesia semakin lama semakin meningkat, impor gula pada tahun 2003 sebesar 1,55 juta ton (Susilo dan Yudanto, 2004) dan pada tahun 2007 meningkat tajam 108 persen menjadi 2,6 juta ton (Dadang dkk., 2008). Oleh sebab itu berbagai upaya telah dilakukan, diantaranya adalah : rehabilitasi dan perluasan pabrik gula di Jawa, membangun pabrik gula baru di luar Jawa, peningkatan program TRI dan stabilisasi harga gula di dalam negeri. Namun demikian hingga kini swasembada gula masih belum berhasil, karena tidak semua lahan di luar Jawa cocok untuk penanaman tebu, sebagian besar tanahnya tanah masam, efisiensi pabrik gula di Jawa rendah akibat usia yang terlalu tua, dan lahan tebu di Jawa setiap tahun menurun 10 % (Rahmadiono dkk., 2000).

Untuk mengatasi masalah tersebut upaya yang dapat dilakukan oleh Pemerintah dalam jangka dekat adalah produksi gula non-tebu dan mendorong tumbuhnya industri kecil gula di sentral tebu lahan kering (Rahmadiono dkk., 2000). Lebih lanjut dinyatakan bahwa untuk membangun industri kecil pengolahan gula tebu menemui beberapa kendala, antara lain : investasi unit gilingan relatif mahal, efisiensi produksi rendah hanya sekitar 1,16-1,26, serta kemurnian nira rendah akibat kotoran dari tanah sulit dihilangkan dengan teknologi sederhana. Oleh sebab itu alternatif yang paling memungkinkan untuk memproduksi gula yang melibatkan industri kecil adalah industri gula palma. Keunggulan gula kelapa dibandingkan sukrosa dari tebu adalah : mengandung galaktoman yang berfungsi sebagai kesehatan, energi langsung dapat digunakan oleh tubuh, lebih bermanfaat untuk diabetes, aroma lebih bagus (khas) (Pattnayak dan Misra, 2004)

Gula palma adalah semua gula merah yang dibuat dari bahan dasar nira tanaman palma (aren, siwalan, kelapa dan nipah) baik dalam bentuk gula cetak maupun gula semut (hablur) (Rao *et al*, 2008). Diantara tanaman palma yang paling banyak menghasilkan gula adalah tanaman kelapa. Menurut Palungkun

(1993) tanaman kelapa di Indonesia merupakan terbanyak di dunia, menyusul Filipina. Luas areal tanaman kelapa pada tahun 1990 mencapai 3.334.000 ha, dari areal tersebut sebanyak 97,4% merupakan perkebunan rakyat. Oleh sebab itu peningkatan produksi gula palma di Indonesia jelas akan melibatkan aktivitas kehidupan masyarakat pedesaan yang secara langsung akan berpengaruh terhadap peningkatan ekonominya.

Selain tanaman kelapa tanaman lain yang potensial sebagai penghasil gula cetak adalah nipah, Suharno (1991) memberikan gambaran hasil analisis ekonomi industri gula merah nipah pada skala kecil dan menengah sangat layak. Beberapa sentral tanaman nipah antara lain Sumatera Selatan, Kalimantan Barat, Sulawesi Selatan dan Ambon serta Irian Jaya.

2.2. Gula Kelapa

Gula kelapa adalah gula merah yang biasa disebut dengan cetak atau gula bathok yang terbuat dari bahan dasar nira (cairan) yang keluar dari bunga kelapa (manggar). Cairan nira mempunyai komposisi kimia sukrosa, protein, lemak, kadar air, dan kadar abu. Komposisi tersebut menyebabkan gula kelapa mempunyai cita rasa yang khas, disamping rasa manis juga terasa gurih. Nilai gizi dari gula kelapa ini lebih baik bila dibandingkan dengan gula yang lainnya, karena gula kelapa mengandung protein dan lemak yang lebih besar sehingga cita rasanya lebih enak. (Rao dan Lakshminarayana, 1999). Cita rasa yang khas ini menyebabkan gula kelapa banyak digunakan dalam industri-industri tertentu yang sebagian besar menggunakan gula kelapa sebagai bahan dasarnya, diantaranya : industri kembang gula, industri pembuatan jenang dan dodol, industri pembuatan kecap, dan sebagainya (Apriantono *et al*, 2002)

Nilai kualitas gula kelapa dipasaran ditentukan oleh tingkat kekerasan dan warnanya. Sedangkan unsur mutu yang lain seperti kadar sukrosa, kadar air, kadar gula reduksi, kadar abu, dan logam-logam berbahaya belum dipermasalahkan. Umumnya sifat yang disukai pada gula kelapa adalah warna kuning kecoklatan, rasa manis kegurihan, dan kekerasannya mudah dipatahkan (Rao, *et al*, 2008).

Kualitas gula kelapa dipasaran ada 3 macam, yaitu kualitas super, A, dan B. kualitas super adalah gula kelapa yang keras dan warnanya kuning kecoklatan, kualitas A adalah gula kelapa yang berwarna coklat kehitaman, dan kualitas B adalah gula kelapa yang teksturnya agak lembek dan warnanya kuning kecoklatan (Susanto, 1998), sedangkan bentuk gula kelapa di pasaran ada 4 macam, yaitu gula batok, gula kotak, gula bumbung, dan gula semut. Gula batok ini bentuknya seperti tempurung kelapa, gula kotak berbentuk empat persegi panjang, dan gula bumbung berbentuk silinder. Sedangkan gula semut bentuknya seperti gula pasir akan tetapi strukturnya agak kasar dan warnanya kuning kecoklatan (Susanto, 1998).

Industri gula kelapa yang ada sebagian besar merupakan industri kecil dan bersifat industri skala rumah tangga. Namun demikian, potensi produksi gula merah dari nira kelapa di Indonesia diperkirakan mencapai 891.000 ton/tahun (Mogea, *et al*, 1991). Sedangkan potensi produksi gula kelapa per tahun di propinsi Jawa Timur adalah sebesar 6.934 ton, sehingga sangat prospektif untuk dikembangkan di wilayah pedesaan.

Ditinjau dari aspek teknologi produksi, produksi gula cetak dari nira palma pada skala kecil di pedesaan masih relatif menguntungkan. Hal tersebut didukung oleh penelitian Kambu (2003), yang menyatakan bahwa pendapatan yang dapat diperoleh pada pengolahan nira aren dengan kapasitas produksi sekitar 13-18 l/mayang/hari dancurahan waktu proses 1-2 jam/hari akan diperoleh hasil kotor sekitar Rp.95.000 - Rp. 118.000, perbulan. Akan tetapi dari hasil penelitian (Kondororik, 2003) pada per-cobaan 3 liter *Nyva fruticans* menghasilkan gula semut sebanyak 148 gr dan harga gula tersebut dipasar sebesar Rp. 15.000/kg, dilihat dari nilai ekonomisnya lebih memberikan keuntungan dijual dalam bentuk nira dari pada dibuat gula semut pada daerah tersebut.

Bila merujuk hasil penelitian Daniati (2005) tampak bahwa pada produksi gula kelapa dari nira sebanyak 120 l/hari, komponen biaya bahan bakar sebesar 51,07% dari total biaya produksi (Rp. 7.000.000 dari total Rp. 13.980.320), sedangkan bahan baku (nira kelapa) hanya 21,06% (Rp. 4.116.500). Dari berbagai permasalahan di atas terlihat bahwa pada produksi gula cetak dan gula semut dari

nira palma, proses produksi yang digunakan selama ini kurang efisien karena komponen biaya bahan bakar terlalu tinggi melebihi separoh biaya produksi, oleh sebab itu perlu adanya perbaikan teknologi proses yang memerlukan energi rendah dan kualitas produk mempunyai spek penggunaan yang luas.

2.3. Gula Sirap

Seiring dengan perkembangan zaman, hadirnya pemanis tambahan tidak hanya dikehendaki dalam bentuk gula kristal ataupun gula kelapa batok, tetapi kini gula dalam bentuk sirup juga diperlukan, termasuk juga sirup gula kelapa. Produk sirup gula kelapa merupakan cairan kental dan mengandung sejumlah larutan gula. Kekentalan sirup gula kelapa muncul dari rantai hidrogen yang merupakan reaksi kimia antara gugus hidroksil (OH) dan air (Potoh dan Low, 1995). Lebih lanjut dinyatakan bahwa sirup gula kelapa adalah produk yang berupa cairan yang dihasilkan pada proses evaporasi pada pembuatan gula kelapa. Sirup gula kelapa yang dihasilkan harus memenuhi standar produk sirup yang lain seperti memiliki derajat brix sebesar 66° dan berat jenis 1,33 (Al-Farsi, *et al*, 2007).

Sirup gula kelapa memiliki kadar gula yang sangat tinggi (70%) dan pH dibawah 4,0. Kondisi ini membuat sirup gula kelapa dapat di simpan lama tanpa penambahan bahan kimia lainnya dan tanpa sterilisasi (Winarno, 1998). Sedangkan menurut Buckle (1982), sirup gula kelapa merupakan cairan pekat dengan pH 2,5-4 dan mempunyai tingkatan padatan terlarut 70° Brix , keadaan ini cenderung membuat sirup gula kelapa relatif aman dari kerusakan mikroorganisme.

2.4. Gula Semut

Gula semut merupakan salah satu bentuk diversifikasi gula merah yang berbentuk semut atau butiran kecil-kecil yang berwarna kuning hingga kecoklatan. Gula ini dihasilkan dari pengolahan nira, baik nira yang berasal dari pohon kelapa (*Cocos nucifera* Linn.), pohon aren (*Arenga pinnata* Merr.), dan

pohon lontar (*Borassus flabelifer* Linn.) (Rumokoi dan Joseph, 1990). Di pasaran selain dikenal sebagai gula semut, juga dikenal dengan gula semut, gula palem, gula puter, atau gula tanjung. Gula ini mempunyai spesifikasi produk yaitu berbentuk semut, aromanya khas, berwarna kuning kecoklatan, keadaanya kering dan bersih. Kualitas produk gula semut ini dapat dikatakan baik, apabila produk tersebut telah memenuhi standar yang telah ditetapkan oleh SII No. 2043 (1987).

Gula semut memiliki beberapa keunggulan bila dibandingkan dengan gula merah cetak, yaitu lebih awet (sekitar 8-12 bulan bahkan lebih) karena kadar airnya lebih rendah (sekitar 2,5 – 3% b/b). Bentuknya yang semut sehingga membuat gula ini mudah didalam pengemasan, mudah larut dan penggunaannya lebih praktis. Disamping itu, harga gula semut ini lebih tinggi dari gula merah cetak (Hamzah dan Hasbullah, 1997).

Kegunaan dan keistimewaan dari gula semut diantaranya adalah :

- Dapat langsung dikonsumsi sebagai sumber energi (gula ini sering dibawa sebagai perbekalan wisatawan, pendaki gunung, *camping*, dan jemaah haji sebagai penambah energi alami)
- Bentuk butiran yang mudah larut, dapat membantu melancarkan metabolisme tubuh, mengurangi resiko naiknya gula darah, serta berkadar lemak rendah
- Sebagai bahan pemanis dan untuk menambah rasa serta aroma yang lebih lezat dalam pembuatan roti, *cake*, *taart*, kue-kue, *sandwich*, susu segar/murni/bubuk, kopi, teh, susu kedelai, minuman segar, agar-agar, dodol, *jenang*, dan sebagainya
- Sebagai komponen pemanis jamu tradisional

Gula semut ini disamping memiliki peluang ekspor ke luar negeri, juga memiliki peluang yang besar di pasar dalam negeri (Gunawan, 1997). Hal ini ditunjukkan oleh angka kebutuhan gula merah untuk aneka industri, baik industri sedang maupun industri besar yang memiliki volume yang cukup besar yaitu 29.987.726 kg dengan total nilai sebesar Rp. 60.601.913.000,00 , dan ini belum lagi ditambah dengan gula merah untuk konsumsi masyarakat. Indonesia telah mampu mengeksport gula semut walaupun masih belum stabil dari tahun ke tahun.

Produk gula semut ini telah diekspor ke Jepang, Australia, Singapura, Vietnam, Korea, Mauritania, Kanada, Taiwan, Malaysia, Maldives, India, Saudi Arabia, Tonga,; Nicaragua, Jerman, Inggris, Belanda, Amerika, dan Timur Tengah (Anonymous, 2008).

Sebagian besar industri gula semut sampai saat ini masih dalam bentuk industri kecil atau industri rumah tangga yang dikelola oleh masyarakat pedesaan di Indonesia (Rumokoi dan Joseph, 1990). Di daerah propinsi Jawa Timur, gula semut hanya diproduksi jika ada permintaan dari pasar, sehingga sampai saat ini belum ada data yang pasti mengenai besarnya kapasitas produksi dari sentra-sentra produksi gula semut di daerah Jawa Timur.

Untuk memperbaiki keseragaman kristal gula semut, menyatakan bahwa penambahan semut sukrosa sebanyak 0,1 persen memberikan hasil gula semut yang baik tanpa terjadi penyimpanan cita-rasa (Nurpeni (1991). Penelitian lebih lanjut membuktikan bahwa asal gula kelapa (cetak) dan persentase penambahan semut sukrosa hingga 10 persen, tidak mempengaruhi kualitas gula semut yang dihasilkan, semua perlakuan memenuhi SNI dan layak secara ekonomis (Hanik, 2002). Hal tersebut didukung dengan penggunaan teknologi FCS (*fine crystal sugar*) akan membantu proses kristalisasi menjadi lebih cepat, sehingga rendemen dan efisiensi operasi kristalisasi di pabrik gula dapat ditingkatkan (Anonim, 2007).

2.5. Teknologi Prosesing Gula Semut

Pada dasarnya pembuatan gula semut ini tidak berbeda dengan gula merah cetak, hanya terdapat sedikit perbedaan pada tahap akhir pengolahan yaitu adanya proses kristalisasi. Adapun tahapan proses pembuatan gula semut meliputi penyediaan bahan baku, penyaringan, pemasakan, kristalisasi, dan terakhir adalah pengemasan.

Kualitas Nira

Bahan baku yang digunakan dalam proses pembuatan gula semut adalah nira yang diperoleh dari hasil penyadapan tandan bunga pohon kelapa (Sukadarisyanto, 1992). Disamping itu, juga berasal dari bunga pohon penghasil

nira yang lain seperti pohon aren, pohon siwalan, dan pohon lontar. Kondisi nira yang baik untuk diolah menjadi gula semut yaitu nira yang mempunyai pH (derajat keasaman) sekitar 6-7 dan kandungan kadar sukrosanya 12% atau lebih (Rao, *et al*, 2008). Nira yang kualitasnya kurang baik tidak dapat digunakan sebagai bahan pembuatan gula semut, walaupun nira ini dapat digunakan untuk pembuatan dalam bentuk cetak (Nurpeni, 1991).

Untuk mempertahankan kualitas selama penyadapan dapat ditambahkan bahan pengawet. Rumokoi dan Joseph (1994) menambahkan penggunaan bahan pengawet alami berupa buah same sebanyak 3 butir/penampung menghasilkan nira dengan kualitas sama dibandingkan dengan pengawet kimia, seperti asam benzoat dan kapur. Marsigit (2005) menambahkan bahwa pada penambahan buah safat, biji jarak, dan buah kemiri + minyak kelapa dapat menghasilkan gula kelapa yang memenuhi SNI (maksimum 10%), sedangkan kadar gula sukrosa untuk penggunaan buah safat sebesar 76,1%. Disamping itu penggunaan sabut kelapa segar sebanyak 50 g, dapat mempertahankan mutu nira aren sampai 3 jam setelah penyadapan (Barlina dkk., 2006). Bahan pengawet lain yang dapat digunakan adalah air kapur, tatal nangka, kulit manggis biasanya volume 5 ml/penampung; Na-metabisulfit 0,025-0,1% atau Na-benzoat 0,05-0,2%, kelapa parut, kemiri dan minyak goreng digunakan & mencegah buih.

Pemasakan dan Kristalisasi

Pemasakan nira dilakukan pada suhu 100-110°C apabila nira sudah mengental (pekat) suhu diturunkan perlahan-lahan sambil diaduk. Sehingga suhu yang lebih tinggi dibagian dasar wajan dapat dikonversikan secara paksa ke seluruh bagian. Hal ini dilakukan untuk menjaga warna gula agar tidak terlalu gelap dalam mencapai kadar air yang sesuai diakhir proses (Rakhmadiano, 1996). Pemasakan nira dikatakan cukup apabila telah diperoleh kekentalan gula sebesar 76° Brix (Umasitah, 1993). Pekatan nira dalam wajan selanjutnya dibiarkan atau didinginkan selama ± 10 menit tanpa diaduk hingga mencapai suhu 45 – 55° C. Setelah itu dilakukan pengadukan dengan menggunakan pengaduk kayu yang berbentuk garpu secara perlahan-lahan dan setelah terjadi pengkristalan maka

pengadukan dipercepat sehingga diperoleh gula berbentuk semut (Sardjono, 1989).

Untuk memperbaiki kualitas nira kelapa sebelum proses pengolahan, hasil penelitian Susanto (1998) menunjukkan bahwa pengaturan brix nira kelapa sampai 21° Brix dengan menambahkan gula pasir dihasilkan gula cetak yang sangat bagus, dan setelah penyimpanan selama 90 hari kualitasnya tidak banyak mengalami perubahan. Gula kelapa yang dihasilkan mempunyai karakteristik kadar air 7%, sukrosa 75,34%, gula reduksi 8,00%, abu 1,88%, pH 7,02, tekstur 2,56 kg/mm/det, nilai warna 7,6 (sangat disukai) dan rasa 6,1 (disukai). Setelah mengalami penyimpanan 90 hari gula kelapa yang disimpan memiliki kadar air 9,02%, sukrosa 75,15%, gula reduksi 9,17%, tekstur 2,16 kg/mm/det, warna 4,6 (netral), pH dan rasa gula tidak mengalami perubahan.

Dalam pengolahan gula semut selain permasalahan kualitas nira, pada proses pengkristalan bila kadar gula reduksi terlalu tinggi akan menyebabkan sulitnya terbentuk inti kristal dan waktu pengkristalan yang lama, hal tersebut yang menyebabkan sebagian besar perajin/pengolah sulit mempertahankan produksi gula semut. Untuk mengatasi permasalahan tersebut Nurpeni (1994) dan Hanik (2002) telah berhasil mengatasi dengan penambahan inti kristal dari semut gula pasir, kualitas gula semut yang dihasilkan tetap mencapai Standar Industri Indonesia.

25. Penelitian Pendahuluan yang Sudah Dilakukan

Hasil penelitian Kondororik (2003) menyimpulkan bahwa produksi gula palma cetak tidak efisien, lebih menguntungkan apabila nira palma dijual dalam bentuk nira segar sebagai minuman. Hal tersebut didukung oleh penelitian Daniati (2005) ternyata kebutuhan bahan bakar untuk pengolahan gula cetak terlalu mahal biayanya mencapai 51,07% sedangkan harga nira hanya 21,06% dari total biaya produksi.

Hasil survei Wijana, Ayu dan Oktaviani (2008) terhadap produk gula sirup yang ada dipasaran menunjukkan bahwa TPT (total padatan terlarut) produk sirup komersial yang beredar pasaran adalah sebagai berikut : Indofood Squash “jeruk”

sebesar 51%, ABC Special Grade "Gula Merah Cair" 77%, ABC Cream Syrup "Sirup+Susu rasa Rose" 70%, Marjan "Rasa Strawberry" sebesar 70%, dan Leo "rasa Leci" 70%, serta Kusuma Agrowisata "sirup rasa Cocopandan" sebesar 21%. Berdasarkan data tersebut, produk gula palma sirup yang akan diteliti akan diarahkan pada kandungan TPT sebesar 70%.

Kondisi nira yang baik untuk diolah menjadi gula semut yaitu nira yang mempunyai pH (derajat keasaman) sekitar 6-7 dan kandungan kadar sukrosanya 12% atau lebih dan kandungan gula reduksi tidak melebihi 7% (Susanto, 1991). Nira yang kualitasnya kurang baik tidak dapat digunakan sebagai bahan pembuatan gula semut, walaupun nira ini dapat digunakan untuk pembuatan dalam bentuk cetak.

Penelitian kearah prosesing gula semut telah mulai dilakukan oleh Nurpeni (1994) pengolahan gula semut dari nira segar dengan penambahan inti kristal sukrosa sebanyak 0,1% b/v berhasil mempercepat tumbuh kembangnya kristal gula semut, sehingga produk akhir kenampakan kristal lebih seragam. Selanjutnya Hanik (2002) merekomendasikan pembuatan gula semut dengan metode reprosesing (pengolahan ulang) gula cetak. Hasil menunjukkan gula semut yang diolah dari gula kelapa cetak yang berasal dari Kabupaten Lumajang dengan penambahan sukrosa sebesar 2,5% b/b menghasilkan produk yang memenuhi SII No. 2043 tahun 1987. Penambahan sukrosa hingga mencapai 10% tidak mempengaruhi citarasa gula kelapa yang dihasilkan.

Hasil penelitian Wibisono (2005) menunjukkan bahwa dengan kapasitas produksi 177 ton/tahun alternatif reprosesing gula cetak dengan penambahan air mempunyai nilai NPV Rp. 855.813.419,04, IRR 33,7%, BEP 31,04% dan PP 3 tahun 7 bulan, sehingga layak secara ekonomi untuk diproduksi.

BAB III. METODE PENELITIAN

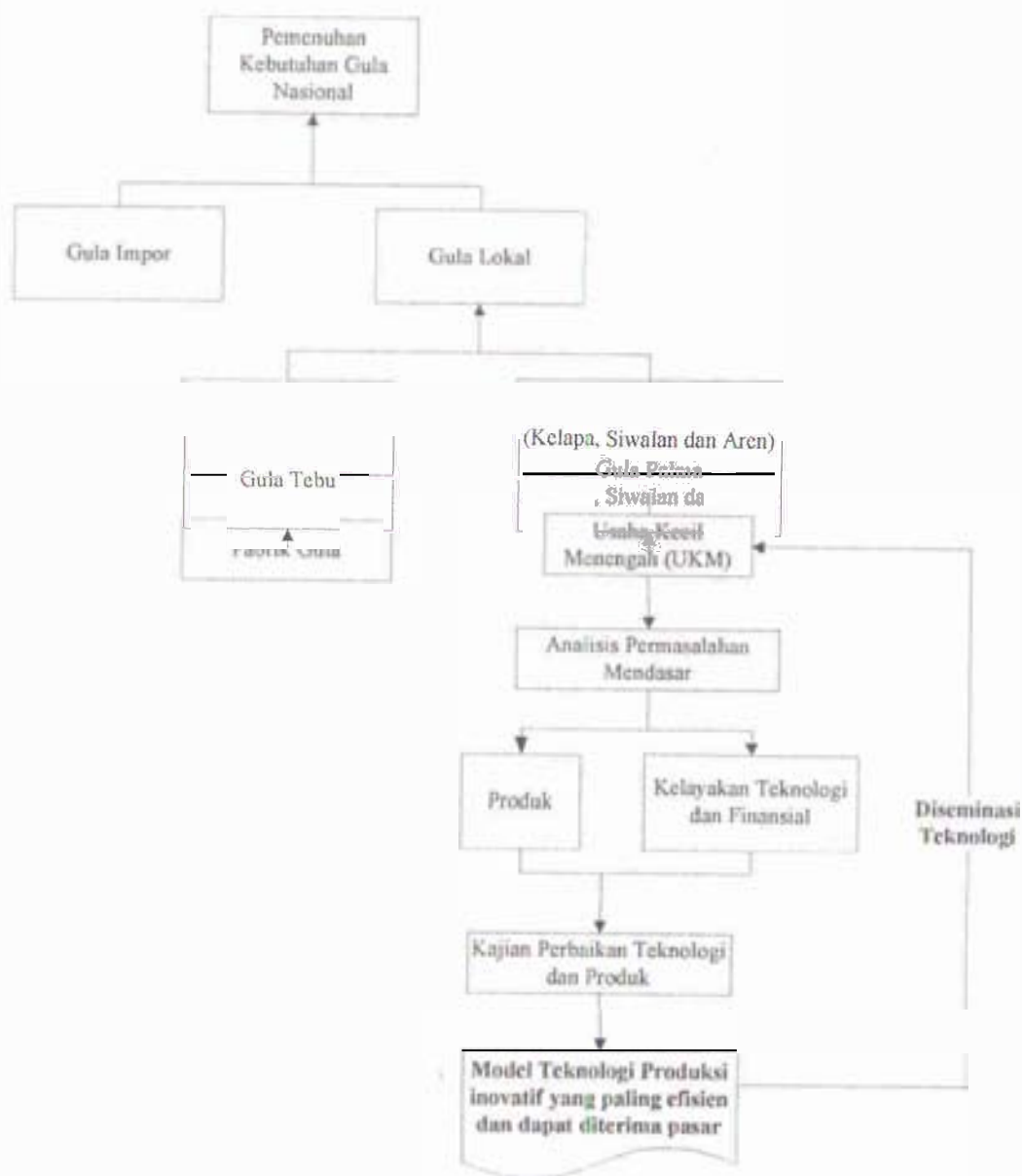
3.1. Kerangka Pemikiran

Luaran dari kajian ini adalah **didapatkannya model sistem produksi gula sirup dan semut palma yang inovatif sebagai penyangga kebutuhan bahan pemanis di wilayah tertinggal (terisolir, marginal, miskin)**. Hal ini tentu akan memiliki implikasi strategis terhadap pembangunan daerah tertinggal, diantaranya adalah (1) tumbuhnya industrialisasi pedesaan terutama di daerah tertinggal, (2) penciptaan lapangan pekerjaan baru di daerah pedesaan, (3) Peningkatan pendapatan petani gula palma, dan (4) berpotensi untuk mengurangi terjadinya urbanisasi ke perkotaan.

Penelitian ini didasarkan pada kondisi riil yang ada di Indonesia, bahwa hingga saat ini pemenuhan kebutuhan gula nasional untuk konsumsi baru dapat tercapai pada tahun 2009 (Litbang Deptan, 2009) sedangkan pemenuhan gula nasional untuk industri diperkirakan baru tercapai pada tahun 2014 (Litbang Deptan, 2009). Hingga saat ini pemenuhan gula untuk konsumsi maupun industri di suplai oleh 2 industri yaitu Pabrik Gula (PG) yang menghasilkan gula pasir, dan Usaha Kecil Menengah (UKM) yang menghasilkan gula cetak.

Permasalahan utama terjadi pada UKM karena produk yang dihasilkan masih memiliki variasi kualitas yang cukup tinggi, disamping itu teknologi produksi yang digunakan sebagian besar masih kurang efisien, sehingga gula cetak yang dihasilkan cenderung memiliki harga yang tinggi. Kondisi ini tentu akan menghambat UKM untuk berkembang, sehingga diperlukan inovasi teknologi produksi yang efisien dan produknya dapat diterima oleh pasar.

Model yang inovatif ini selanjutnya dilakukan deseminasi kepada UKM yang berada di daerah marginal yaitu daerah tertinggal (terpencil, marginal, dan masyarakatnya berpendapatan rendah). Deseminasi ini dilakukan untuk melihat *suitability* dari model teknologi produksi terhadap kondisi petani di lapang.



Gambar 1. Kerangka Pemikiran Penelitian Inovasi Teknologi Produksi Gula Sirup Dan Gula Serbuk Palma (Kelapa, Siwalan Dan Aren) Sebagai Penyangga Kebutuhan Gula Di Daerah Tertinggal

3.2. Tahapan Penelitian

Penelitian secara keseluruhan akan diselesaikan dalam kurun waktu 2 tahun, yang terdiri dari 4 tahapan penelitian seperti disajikan pada Gambar 2 Pada tahun pertama terdiri dari 2 penelitian utama yaitu:

- Tahap 1: Kajian teknologi produksi gula sirup dan gula serbuk dari nira tanaman Palma (kelapa, aren dan siwalan)

Tahap 2: Kajian teknologi produksi gula sirup dan kristal dari gula cetak dari bahan baku gula cetak produksi perajin secara reprosesing.

sedangkan pada tahun kedua terdiri dari 2 penelitian utama yaitu :

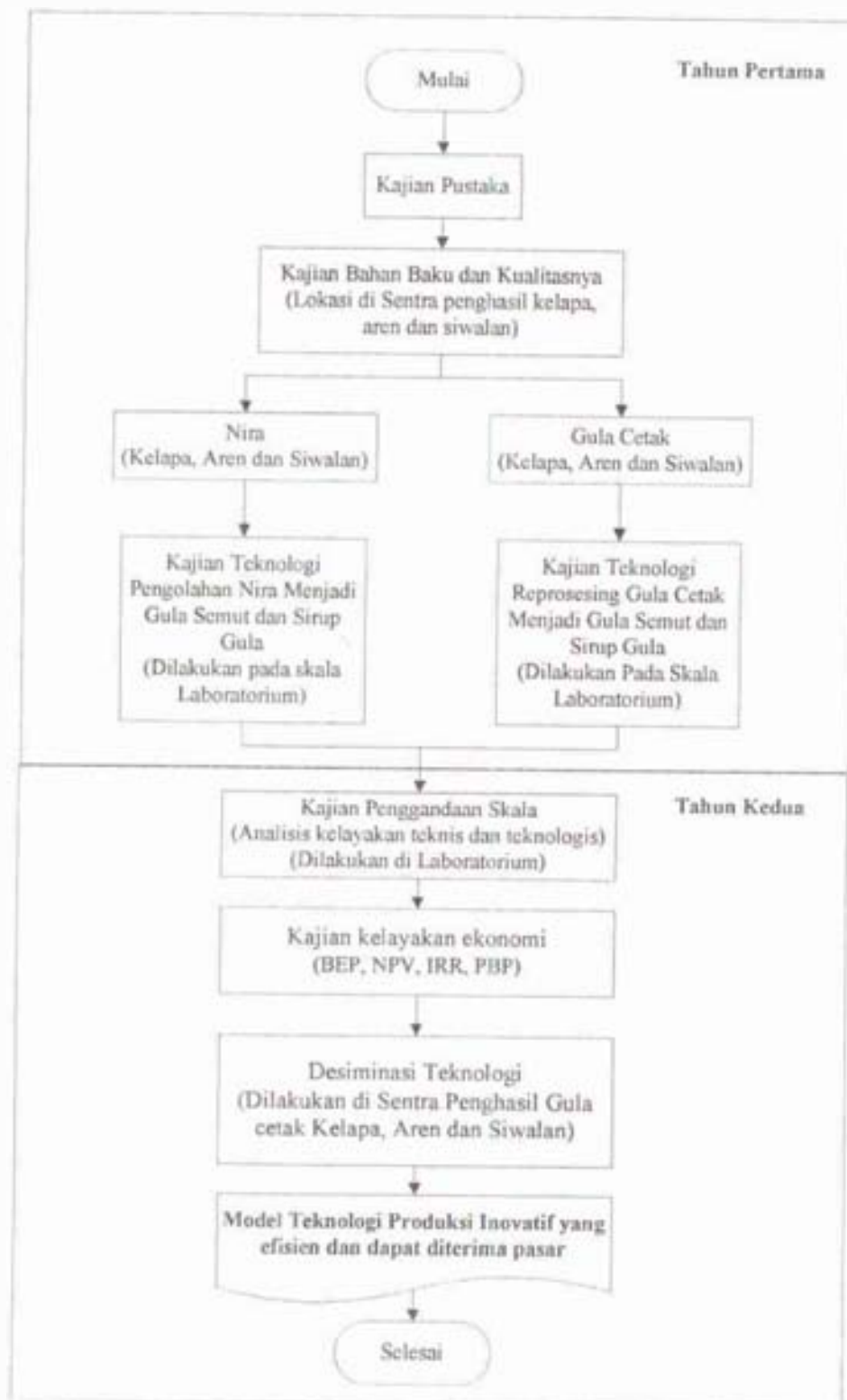
- Tahap 3: penggandaan skala prosesing pengolahan gula sirup dan gula semut dari bahan baku nira dan bahan baku gula cetak (reprosesing),
- Tahap 4: Diseminasi teknologi produksi gula sirup dan gula semut di sentra lokasi daerah tertinggal untuk mengetahui kelayakan teknologi dan financial.

Penelitian akan dikerjakan selama 2 tahun yang terbagi dalam 4 tahapan penelitian dan 6 percobaan dengan uraian sebagai berikut :

Penelitian ke-1 : Kajian Proses Adsorbsi Gula Palma Sirup dari Nira Kelapa, Aren dan Siwalan yang efisien (Kajian Pengaruh Jenis dan Konsentrasi Adsorben yang Ditambahkan)

Dasar pemikiran yang digunakan : selama ini masyarakat Indonesia mengkonsumsi gula pasir dari tebu yang diolah dengan proses pemurnian yang bagus sehingga aroma ikutan dari tebu hilang, sedangkan produk gula sirup yang ada di pasaran telah diberi aroma tambahan. Adanya introduksi gula palma sirup dalam penelitian diharapkan dapat mengganti posisi gula pasir yang digunakan sebagai pemanis minuman teh, kopi dan lain-lain, oleh karena itu perlu diteliti tentang daya terima masyarakat terhadap gula palma sirup yang beraroma asli hingga bebas aroma ikutan nira palma. Pengurangan aroma asli dilakukan dengan penambahan adsorben tertentu dan memiliki konsentrasi yang tertentu.

Penelitian bertujuan untuk mendapatkan jenis dan konsentrasi adsorben yang paling efektif dan efisien dalam proses pemurnian dan pemekatan gula sirup terhadap rendemen dan kualitas gula palma sirup yang dihasilkan.



Gambar 2. Tahapan Penelitian

Metode penelitian disusun menggunakan Rancangan Acak kelompok (RAK) (Gomez dan Gomez, 1984) yang disusun secara faktorial dengan 3 faktor. Faktor pertama adalah jenis adsorben yang digunakan, terdiri dari 3 macam, yaitu

A_1 = Karbon aktif

A_2 = Bentonit

A_3 = Zeolit

Faktor kedua adalah konsentrasi adsorben yang digunakan, terdiri dari 4 level sebagai berikut :

B_1 = 1% b/v (tanpa penambahan adsorben/kontrol)

B_2 = 1,5% b/v

B_3 = 2 % b/v

B_4 = 2,5% b/v

B_5 = 3% b/v

Faktor ketiga adalah bahan baku nira segar yang diolah, terdiri dari 3 jenis sebagai berikut :

C_1 = nira kelapa

C_2 = nira aren

C_3 = nira siwalan

Dari ketiga faktor tersebut akan diperoleh 27 kombinasi perlakuan. Pengamatan terhadap kualitas produk gula palma dilakukan pada hari penyimpanan ke 1 (H_1), H_{15}

Variabel yang diamati meliputi rendemen, kualitas khemis (kadar gula total (sukrosa), kadar abu, kekentalan) (AOAC, 1998), serta kualitas sensoris (warna, aroma dan rasa) dengan menggunakan panelis umum dan panelis terlatih.

Analisis data menggunakan UNINOVA, bila terdapat perbedaan dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) dan regresi untuk mengetahui arah kecenderungan (*trend*) penambahan kadar adsorben yang digunakan. Untuk mendapatkan perlakuan yang terbaik menggunakan Index Efektivitas (deGarmo *et al.*, 1984), dengan mempertimbangkan komponen biaya adsorben yang termurah.

Konsentrasi adsorben yang terpilih akan digunakan sebagai acuan dalam percobaan selanjutnya.

Penelitian ke-2 : Pengaruh Jenis dan Konsentrasi Adsorben terhadap Kualitas Gula Semut yang Diolah dari Gula Cetak (kelapa, aren dan siwalan) dengan Metode Reprosesing

Dasar pemikiran yang digunakan adalah sebagai berikut : selama ini sebagian besar perajin gula palma di pedesaan cenderung mengolah nira palma menjadi gula cetak (*bathok*=Jawa). Hal tersebut dengan pertimbangan proses pengolahan mudah, tidak butuh nira yang bagus, dan tidak memerlukan ketrampilan khusus. Namun demikian dampak yang ditimbulkan adalah produksi gula cetak yang dihasilkan kualitasnya rendah tidak seragam, warna gula kecoklatan dan mudah menyerap air selama penyimpanan karena kadar gula reduksi nira awalnya >7% (Rao, *et al*, 2008). Oleh karena itu untuk dapat diolah menjadi gula palma sirup yang bagus diperlukan upaya penghilangan warna gelap akibat karamelisasi dengan menggunakan adsorben.

Penelitian bertujuan untuk mendapatkan pengaruh jenis dan kadar adsorben optimal untuk menghasilkan gula semut palma kualitas tinggi berbahan baku gula cetak menggunakan proses ulang (*reprosesing*).

Metode Penelitian disusun menggunakan Racangan Acak kelompok (RAK) yang disusun secara faktorial dengan menggunakan 3 faktor dan menggunakan ulangan 3 kali (Gomez dan Gomez, 1984). Faktor pertama adalah jenis adsorben yang digunakan, terdiri dari 3 macam, yaitu :

D_1 = Karbon aktif

D_2 = Bentonit

D_3 = Zeolit

Faktor kedua adalah konsentrasi adsorben yang digunakan, terdiri dari 5 level sebagai berikut :

E_1 = 1% b/b (tanpa adsorben/sebagai kontrol)

E_2 = 1,5% b/b

E_3 = 2% b/b

$$E_4 = 2,5\% \text{ b/b}$$

$$E_5 = 3\% \text{ b/b}$$

Faktor ketiga adalah bahan baku gula cetak yang diolah, terdiri dari 3 jenis sebagai berikut :

$$F_1 = \text{gula kelapa}$$

$$F_2 = \text{gula aren}$$

$$F_3 = \text{gula siwalan}$$

Dari ketiga faktor tersebut akan diperoleh 27 kombinasi perlakuan. Pengamatan terhadap kualitas produk gula palma dilakukan pada hari penyimpanan ke-1 (H_1), H_{15}

Variabel yang diamati meliputi rendemen, kualitas khemis (kadar air, kadar gula total, sukrosa, kadar abu) (AOAC, 1998), serta kualitas sensoris (warna, aroma dan rasa) dengan menggunakan panelis umum dan panelis terlatih.

Analisis data menggunakan UNINOVA, bila terdapat beda nyata antar perlakuan dilanjutkan dengan uji BNT dan regresi linier untuk mengetahui arah kecenderungan (*trend*) penambahan kadar adsorben yang digunakan. Untuk mendapatkan perlakuan yang terbaik menggunakan Index Efektivitas (deGarmo *et al.*, 1984), dengan mempertimbangkan komponen biaya adsorben yang termurah. Konsentrasi adsorben yang terpilih akan digunakan sebagai acuan dalam penelitian selanjutnya.

Penelitian ke-3 : Pengaruh Penambahan Inti Kristal (FCS) pada Pengolahan Gula Semut terhadap Kualitas Gula Palma (kelapa, aren dan siwalan) yang Dihasilkan

Dasar pemikiran yang digunakan adalah sebagai berikut : proses pengkristalan gula semut merupakan titik proses kritis (*Critical Process Point*) dalam pengolahan gula semut. Hal tersebut disebabkan semakin tinggi kadar gula reduksi (glukosa dan fruktosa) dan juga semakin tinggi kotoran pada saat penyadapan, maupun senyawa karamel yang terbentuk akibat proses pemasakan berlebihan akan berdampak pada sulit terbentuknya inti kristal dan juga proses pembesaran kristal (Buera, *et al.*, 1987). Implikasi proses pengkristalan yang

lambat adalah kualitas gula remut rendah akibat keseragaman kristal kurang, dan juga waktu proses yang lama sehingga boros energi pemasakan.

Tujuan penelitian untuk mengetahui pengaruh penambahan inti kristal (*fine crystal sugar*) yang ditambahkan terhadap kualitas gula semut yang diolah dari berbagai jenis nira palma (kelapa, aren dan siwalan).

Metode penelitian menggunakan Rancangan Acak lengkap yang disusun secara faktorial, faktor pertama adalah jumlah FCS yang ditambahkan, terdiri dari 4 level sebagai berikut :

$G_1 = 0\% \text{ b/v}$ (tanpa penambahan/sebagai kontrol)

$G_2 = 1\% \text{ b/v}$

$G_3 = 2,5\% \text{ b/v}$

$G_4 = 5\% \text{ b/v}$

Faktor kedua adalah jenis bahan baku (nira palma) yang digunakan, terdiri dari 3 level sebagai berikut :

$H_1 = \text{nira kelapa}$

$H_2 = \text{nira aren}$

$H_3 = \text{nira siwalan}$

Dari kedua faktor tersebut akan diperoleh perlakuan kombinasi sebanyak 12 perlakuan. Pengamatan terhadap kualitas produk gula palma dilakukan pada hari penyimpanan ke 1 (H_1), H_{15}

Variabel yang diamati meliputi Rendemen, waktu pengkristalan, M_i — M_f khemis (ke & air, kadar sukrosa, kadar a&) (AOAC, 1998), >— kualitas sensoris (keseragaman kristal, warna, aroma dan rasa) dengan menggunakan panelis umum dan panelis terlatih.

Analisis data menggunakan ANOVA, bila terdapat perbedaan dilanjutkan dengan uji BNT dan regresi untuk mengetahui arah kecenderungan (*trend*) akibat penambahan FCS yang ditambahkan. Untuk mendapatkan perlakuan yang terbaik menggunakan metode Index Efektivitas (deGarmo *et al.*, 1984), dengan mempertimbangkan komponen biaya FCS yang termurah. Konsentrasi FCS yang terpilih akan digunakan sebagai acuan dalam percobaan selanjutnya.

Penelitian ke 4 : Pengaruh Penambahan Inti Kristal (FCS) pada Pengolahan Gula Semut Berbahan Baku Gula Cetak (kelapa, aren dan siwalan) terhadap Kualitas Gula Semut yang Dihasilkan

Dasar pemikiran yang digunakan adalah kualitas gula cetak yang dihasilkan oleh perajin di pedesaan sangat rendah, sehingga untuk dapat dikristalkan dengan baik diperlukan upaya pengurangan kotoran, zat warna akibat karamelisasi yang berlebihan serta kandungan gula reduksi gula cetak. Oleh sebab itu agar proses pengkristalan dapat berjalan optimal diperlukan penambahan FCS yang sesuai antar masing-masing jenis bahan baku gula cetak palma.

Tujuan dari penelitian adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan FCS terhadap kualitas gula semut palma yang dihasilkan dari berbagai bahan baku gula cetak yang diproduksi oleh perajin di pedesaan.

Metode penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok yang disusun secara faktorial dengan 2 Faktor, faktor pertama adalah banyaknya FCS yang ditambahkan terdiri dari 4 level sebagai berikut :

$I_1 = 0\%$ b/b (tanpa penambahan/sebagai kontrol)

$I_2 = 2,5\%$ b/b

$I_3 = 5,0\%$ b/b

$I_4 = 7,5\%$ b/b

Faktor kedua adalah jenis bahan baku (nira palma) yang digunakan, terdiri dari 3 level sebagai berikut :

$J_1 =$ nira kelapa

$J_2 =$ nira aren

$J_3 =$ nira siwalan

Dari kedua faktor tersebut akan diperoleh perlakuan kombinasi sebanyak 12 perlakuan. Pengamatan terhadap kualitas produk gula palma dilakukan pada hari penyimpanan ke 1 (H_1), H_{15}

Variabel yang diamati meliputi Rendemen, Waktu pengkristalan, kualitas khemis (kadar air, kadar gula total, kadar abu) (AOAC, 1998), serta kualitas sensoris (keseragaman kristal, warna, aroma dan rasa) dengan menggunakan panelis umum dan panelis terlatih.

Analisis data menggunakan ANOVA, bila terdapat perbedaan dilanjutkan dengan uji BNT dan regresi untuk mengetahui arah kecenderungan (*trend*) akibat penambahan FCS yang ditambahkan. Untuk mendapatkan perlakuan yang terbaik menggunakan metode Index Efektivitas (deGarmo *et al.*, 1984), dengan mempertimbangkan komponen biaya FCS yang termurah. Konsentrasi FCS yang terpilih akan digunakan sebagai acuan dalam percobaan selanjutnya.

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Potensi Bahan Baku Nira dan Gula Cetak

4.1.1. Potensi Nira dan Gula Cetak Kelapa

Nira dan Gula kelapa cetak di dapatkan dari Desa Pesu Kecamatan Kampak Kabupaten Trenggalek. Di daerah ini memiliki potensi yang sangat besar untuk dikembangkan menjadi daerah sentra penghasil gula palma kelapa baik sirup gula maupun gula semut. Berdasarkan pada profil Desa Pesu Kecamatan Kampak Kabupaten Trenggalek tanaman kelapa yang terdapat didesa tersebut menempati luas lahan sebesar 50Ha Lahan dengan jumlah pohon sekitar 100.000 pohon (Anonymous', 2008).

Produksi nira per harinya tidak menentu tergantung dari cuaca yang terjadi pada saat itu, jika pada musim kemarau produksi nira perhari untuk satu pohon kelapa mencapai rata-rata 3,5 liter/pohon jika dibandingkan dengan produksi di KSU Sukajaya di Kecamatan Cijaku kecamatan Lebak Kabupaten Lebak Propinsi Banten, hasil yang diperoleh oleh petani nira kelapa Desa Pesu lebih tinggi, karena pada KSU Sukajaya nira kelapa produktivitasnya hanya mencapai sebesar 0.6-1,2 liter/Pohon/hari untuk kelapa lokal dan 2 - 3,5 liter/pohon/hari untuk kelapa hibrida (Burhanudin, 2005).

Kualitas nira kelapa yang dihasilkan nira kelapa di Desa Pesu Kecamatan Kampak Kabupaten Trenggalek ditunjukkan pada Tabel..

Tabel 1 Kualitas kimia nira kelapa di Desa Pesu Kecamatan Kampak Kabupaten Trenggalek.

No	Sifat Kimia	Nilai
1	Total Padatan (%)	14,3
2	Sukrosa (%)	12,6
3	Kadar Air (%)	89,9
4	Karbohidrat (%)	15.10
5	Abu (%)	0,66
6	pH	5-6

Sumber : Data hasil Penelitian

Berdasarkan pada Tabel 1 terlihat bahwa nira kelapa yang dihasilkan oleh Desa Pesu memiliki karakteristik yang memungkinkan untuk diolah menjadi produk sirup maupun produk gula semut. Hal ini terlihat dari pH yang didapatkan masih memenuhi untuk diolah menjadi gula semut yaitu sebesar 5 dengan kadar sukrosa bahan sebesar lebih dari 12. Menurut Rao, *et al.*, (2008) kadar sukrosa yang tepat pada nira untuk dapat diolah menjadi gula semut adalah 12% dengan pH minimal sebesar 6. Untuk lebih jelasnya nira kelapa yang terdapat pada Desa Pesu Kecamatan Kampak Kabupaten Trenggalek seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Nira Kelapa Desa Pesu Kecamatan Kampak Kabupaten Trenggalek

Produksi gula kelapa cetak di Desa Pesu Kecamatan Kampak Kabupaten Trenggalek tergolong besar, setiap kelompok memiliki kemampuan untuk memproduksi sebesar 10-20 kg per hari. Berdasarkan pada hasil observasi pada proses pembuatan gula kelapa cetak ditemukan beberapa kendala yang dapat menghambat proses reprosesing gula cetak menjadi gula semut. Pertama, pada proses pembuatan gula cetak ini ditambahkan parutan kelapa, kelapa ini akan membuat gula kelapa cetak yang dihasilkan menjadi lebih mengkilat dan tidak mudah leleh, namun jika digunakan untuk bahan baku gula semut dengan metode reprosesing maka lemak yang terdapat dalam parutan kelapa tadi menghambat proses pengkristalan sehingga gula tidak dapat menjadi granula, namun panas

akan diteruskan menjadi proses karamelisasi. Kedua, warna gula cetak kelapa yang dihasilkan relatif gelap, hal ini terjadi karena proses pemasakan yang masih tradisional dengan menggunakan kayu bakar dan tidak memiliki standarisasi lama waktu pemasakan, penentuan tingkat kemasakan gula ditentukan oleh keahlian dari masing-masing UKM.

Tabel 2. Perbandingan Karakteristik Kimia Gula Kelapa Cetak Desa Pesu Kecamatan Kampak kabupaten Trenggalek dengan standar SNI. 01-3743-1995

No	Sifat Kimia	Gula Cetak Desa Pesu	Standar SNI
1	Kadar Air (%)	15	Maksimum 10
2	Sukrosa (%)	73,22	Minimum 77
3	Gula Pereduksi (%)	3,2	Maksimum 10
4	Lemak (%)	0,55	-
5	Abu (%)	1,9	Maksimum 2



Gambar 5. Kenampakan fisik gula kelapa cetak di Desa Pesu Kecamatan Kampak Kabupaten Trenggalek

Berdasarkan pada Tabel 2 terlihat bahwa kadar kandungan lemak yang tinggi (0,55) merupakan salah satu kendala yang dihadapi untuk reprosesing gula cetak menjadi gula semut. Disamping itu, jika dibandingkan dengan standar SNI

maka komponen kadar sukrosa dan kadar air dalam gula cetak ini masih belum memenuhi standar yang diinginkan. Oleh karena itu, pengolahan gula kelapa cetak menjadi gula semut dengan teknologi reprosesing merupakan alternatif yang paling baik untuk meningkatkan nilai tambah dari gula cetak yang dihasilkan. Secara fisik kenampakan gula cetak Desa Pesu Kecamatan Kampak Kabupaten Trenggalek seperti pada Gambar 5.

4.1.2. Potensi Nira Baa Gula Cetak Aren

Lokasi yang digunakan sebagai tempat penelitian adalah di Desa Sungairujing Kecamatan Sangkapura Kabupaten Gresik yang berada di Pulau Bawean. Secara geografis Pulau Bawean merupakan daerah kepulauan yang berhukit. Daerah ini sebagian besar didominasi oleh tanaman aren yang berada hampir diseluruh wilayah sangkapura. Berdasarkan pada profil Desa Sungairujing Kecamatan Sangkapura (2008) , tanaman aren berada pada areal lahan sebesar 74 Ha yang tersebar pada seluruh lokasi di desa Sungairujing (Gambar 6).



Gambar 6. Potensi Tanaman Aren yang tersebar di Desa Sungairujing Kecamatan Sangkapura Kabupaten Gresik

Produksi nira aren yang ada di Desa Sungairujing Kecamatan Sangkapura Kabupaten Gresik rata adalah 4 liter/pohon/hari. Rendahnya produksi nira aren ini (jika dibandingkan dengan KSU Sukajaya 8-30 liter/pohon/hari, Burhanudin, 2005) disebabkan oleh beberapa hal diantaranya adalah umur tanaman yang sudah mulai tua, cuaca yang kurang mendukung dan teknologi penyadapan yang berbeda dengan daerah lain penghasil aren. Disamping jumlah produksi nira aren yang rendah, Desa Sungairujing juga memiliki kualitas nira aren yang relatif rendah (Tabel 3).

Tabel 3 Kualitas kimia nira aren Desa Sungairujing Kecamatan Sangkapura Kabupaten Gresik, Pulau Bawean

No	Sifat Kimia	Nilai
1	Total Padatan (%)	17,3
2	Sukrosa (%)	12,0
3	Kadar Air (%)	87,1
4	Karbohidrat (%)	11,10
5	Abu (%)	1,66
6	pH	5-6

Sumber : Data hasil Penelitian

Kualitas nira kelapa yang rendah ditunjukkan dengan nilai sukrosa yang kurang dari 12% dan total padatan yang tinggi (17,3). Nilai sukrosa yang rendah ini akan sangat sulit untuk diolah menjadi gula semut, dan total padatan yang tinggi akan menyebabkan tingkat kekeruhan sirup yang berasal dari nira area menjadi kurang jernih.

Tabel 4. Karakteristik Kimia Gula Aren Cetak Desa Sungairujing Kecamatan Sangkapura Kabupaten Gresik, Pulau Bawean

No	Sifat Kimia	Nilai
1	Kadar Air (%)	14,3
2	Sukrosa (%)	77,22
3	Gula Pereduksi (%)	1,54
4	Lemak (%)	0,11
5	Abu (%)	1,9

Selama ini, nira a m yang dihasilkan oleh petani kelapa diolah menjadi 2 jenis olahan yaitu minuman beralkohol yang dalam bahasa lokal disebut dengan nama *legen*, sedangkan olahan terbanyak (hampir 80%) nira yang dihasilkan diolah menjadi gula aren cetak. Di Desa Sungairujing, hampir sebagian besar petani kelapa yang berjumlah kurang lebih 100 orang memiliki kemampuan untuk memproduksi nira aren per hari sebesar 10-20 Kg tergantung dari cuaca. Berdasarkan pada Tabel 4 tampak bahwa, karakteristik yang menonjol dari gula aren ini adalah kadar sukrosanya yang sangat tinggi (83,22%) dan kadar lemak yang rendah (0,11%) hal ini menunjukkan bahwa pada daerah ini memiliki potensi untuk mengembangkan teknologi reprosesing menjadi gula semut.

Karakteristik fisik yang menonjol adalah warna dari nira aren yang coklat karena proses pengolahan yang menggunakan api besar berasal dari kayu bakar, sehingga kondisi ini memicu reaksi maillard yang menyebabkan gula dalam nira berubah menjadi coklat (Apriyantono, *et al.*, 2002). Untuk lebih jelasnya karakteristik fisik dari gula kelapa cetak yang berasal dari nira aren dapat dilihat seperti pada Gambar ?.



Gambar 7. Karakteristik fisik gula aren cetak di Desa Sungairujing Kecamatan Sangkapura Kabupaten Gresik, Pulau Bawean

4.13, Potensi Nira dan Gula Cetak Siwalan

Kecamatan Giligenting masuk dalam bagian wilayah kabupaten Sumenep, berupa wilayah kepulauan dengan dua pulau besar, yaitu pulau Giligenting dan Pulau Giliraja. Wilayah kecamatan giligenting seluas 3031,997 hektar. Ada tiga pulau yang berpenghuni yaitu, Pulau Giligenting, Pulau Giliraja, Pulau Gilingan. Sedangkan ada beberapa pulau yang tidak berpenghuni yaitu pulau pasir putih, Pulau Gilipandan, Pulau Giliduak, Pulau Karang Gemer, Pulau Karang Nongko.

Secara administratif Kecamatan Giligenting mempunyai delapan desa. Empat desa terdapat di Pulau Giligenting yaitu, desa Aenganyar, desa Bringsang, desa Gedugan dan desa Gatis. Empat desa lainnya terdapat di Pulau Giliraja, yaitu desa Banharu, desa Lombang, desa Jate, dan desa Banmaleng

Gula siwalan merupakan salah satu jenis palma yang banyak terdapat di Kecamatan Giligenting di Kabupaten Sumenep. Salah satu penghasil nira siwalan terbesar adalah di Desa Aenganyar. Berdasarkan pada hasil penelusuran data dilapang rata-rata produksi nira pohon siwalan mencapai 2-2,5 liter/pohon/hari. Jumlah pohon yang terdapat di desa tersebut mencapai lebih dari 40.000 pohon siwalan (Gambar 8) yang tersebar diseluruh areal desa baik di pekarang, lahan kering maupun daerah perbukitan.



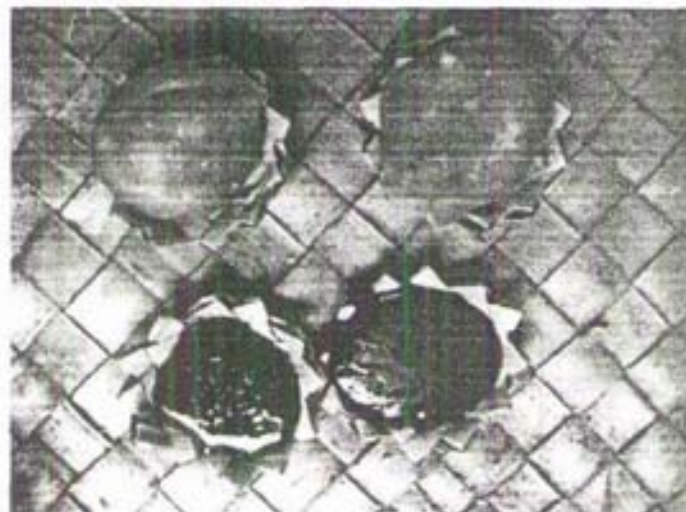
Gambar 8. Pohon Siwalan Penghasil nira siwalan

Karakteristik kimiawi dari nira siwalan yang dihasilkan dari Desa Aenganyar Kecamatan Giligenting memiliki kelemahan pada kandungan pH yang rendah (5), kondisi ini menyebabkan nira siwalan sangat susah untuk diolah menjadi produk gula semut, karena gula reduksinya telah mengalami peningkatan. Menurut Rao, *et al*, (2008) kondisi ideal pH nira palma untuk dapat diolah menjadi gula semut adalah 6-7.

Tabel 5 Kualitas kimia nira siwalan Desa Aenganyar Kecamatan Giligenting Kabupaten Sumenep

No	Sifat Kimia	Nilai
1	Total Padatan (%)	16,8
2	Sukrosa (%)	11,7
3	Kadar Air (%)	88,3
4	Karbohidrat (%)	13,10
5	Abu (%)	1,66
6	pH	5

Sumber : Data hasil Penelitian



Gambar 9. Karakteristik fisik gula cetak siwalan di Desa Aenganyar Kecamatan Giligenting Kabupaten Sam —

Karakteristik fisik gula cetak siwalan di Aenganyar memiliki dua jenis produk yang berbeda, yaitu produk gula yang berwarna agak kuning keputihan

dan coklat (Gambar 9). Perbedaan diantara dua produk gula cetak tersebut terletak pada proses pengolahannya. Nira kelapa yang dihasilkan oleh petani siwalan di desa ini sebagai besar dicampur dengan bahan pengawet alami (*laru: bahasa setempat*) bahan pengawet yang digunakan adalah getah dari jarak kepyar yang banyak mengandung tannin. Pada gula cetak yang berwarna kuning keputihan, pada proses pengolahannya bahan pengawetnya diambil lebih sering jika dibandingkan dengan gula kelapa yang berwarna coklat. Oleh karena itu hasil yang didapatkan juga berbeda.

Karakteristik kimiawi (Tabel 6) gula cetak siwalan tidak terlalu berbeda jauh dengan beberapa gula palma yang lain (kelapa dan aren) hanya saja kadar sukrosa yang dihasilkan lebih tinggi dibandingkan dengan produk palma yang lain. Kondisi bahan baku gula siwalan yang seperti memungkinkan untuk melakukan pengolahan lebih lanjut menjadi produk gula semut dengan menggunakan teknologi reprosesing.

Tabel 6. Karakteristik Kimia Gula Cetak Siwalan Desa Aenganyar Kecamatan Giligenting Kabupaten Sumenep

	Sifat Kimia	Nilai
1	Kadar Air (%)	14,3
2	Sukrosa (%)	81,23
3	Gula Pereduksi (%)	0,54
4	Lemak (%)	0,17
5	Abu (%)	1,78

4.2. Kajian Proses Adsorpsi Gula Palma Sirup dari Nira Kelapa, Area dan Siwalan yang efisien (Kajian Pengaruh Jenis dan Konsentrasi Adsorben yang Ditambahkan)

4.2.1. Rendemen

Berdasarkan pada hasil penelitian pada 3 lokasi yang berbeda data yang dapat diperoleh adalah seperti pada Tabel 7. Berdasarkan pada Tabel 7, rendemen gula palma yang paling besar adalah pada gula kelapa yang disusul dengan gula aren dan gula palma. Hal ini disebabkan karena nira pada gula kelapa memiliki kandungan sukrosa yang lebih tinggi dibandingkan dengan 2 palma lain yaitu aren dan siwalan.

Tabel 7. Rendemen sirup gula palma yang berasal dari nira palma berdasarkan pada hasil penelitian

Jenis adsorben	Konsentrasi adsorben	Jenis Palma	Rendemen
Karbon Aktif	1%	Kelapa	73.33
Karbon Aktif	1,5%	Kelapa	73.33
Karbon Aktif	2%	Kelapa	76.66
Karbon Aktif	2,5%	Kelapa	80.00
Karbon Aktif	3%	Kelapa	83.33
Bentonit	1%	Kelapa	76.66
Bentonit	1,5%	Kelapa	80.00
Bentonit	2%	Kelapa	80.00
Bentonit	2,5%	Kelapa	80.00
Bentonit	3%	Kelapa	83.33
Zeolit	1%	Kelapa	40.00
Zeolit	1,5%	Kelapa	60.00
Zeolit	2%	Kelapa	53.33
Zeolit	2,5%	Kelapa	56.66
Zeolit	3%	Kelapa	46.66
Karbon Aktif	1%	Aren	74.60
Karbon Aktif	1,5%	Aren	75.70
Karbon Aktif	2%	Aren	77.20
Karbon Aktif	2,5%	Aren	80.00
Karbon Aktif	3%	Aren	80.00
Bentonit	1%	Aren	73.00
Bentonit	1,5%	Aren	74.00
Bentonit	2%	Aren	75.00
Bentonit	2,5%	Aren	76.00

Tabel 7. Rendemen sirup gula palma yang berasal dari nira palma berdasarkan pada hasil penelitian (lanjutan)

Jenis absorben	Konsentrasi absorben	Jenis Palma	Rendemen
Bentonit	3%	Aren	77.00
Zeolit	1%	Aren	74.00
Zeolit	1,5%	Aren	74.00
Zeolit	2%	Aren	74.00
Zeolit	2,5%	Aren	77.00
Zeolit	3%	Aren	80.00
Karbon Aktif	1%	Siwalan	70.00
Karbon Aktif	1,5%	Siwalan	70.00
Karbon Aktif	2%	Siwalan	71.67
Karbon Aktif	2,5%	Siwalan	66.67
Karbon Aktif	3%	Siwalan	68.33
Bentonit	1%	Siwalan	70.00
Bentonit	1,5%	Siwalan	71.67
Bentonit	2%	Siwalan	68.33
Bentonit	2,5%	Siwalan	68.33
Bentonit	3%	Siwalan	68.33
Zeolit	1%	Siwalan	66.67
Zeolit	1,5%	Siwalan	68.33
Zeolit	2%	Siwalan	70.00
Zeolit	2,5%	Siwalan	66.67
Zeolit	3%	Siwalan	73.33

Berdasarkan pada hasil analisis dengan menggunakan program SPSS 15.0 dengan metode UNINOVA menunjukkan bahwa ketiga factor yang diuji berbeda nyata terhadap rendemen (Lampiran 1) , yang artinya bahwa ketiga faktor tersebut memiliki pengaruh yang sangat signifikan terhadap rendemen. Oleh karena semua faktor memiliki pengaruh terhadap rendemen maka dilakukan uji lanjut dengan menggunakan uji Duncan pada nilai alfa 0,05.

Tabel 8 menunjukkan bahwa 3 jenis absorben yang digunakan memiliki pengaruh yang berbeda satu sama lain, rendemen yang paling tinggi dihasilkan pada absorben bentonit (74,78%) dan karbon aktif (74,72%) sehingga keduanya tidak menunjukkan beda nyata, sedangkan rendemen yang paling rendah terdapat pada absorben zeolit yang berbeda secara statistik dengan karbon aktif

dan bentonit. Sedangkan pada Gambar 10 menunjukkan bahwa pada semua konsentrasi absorben, zeolit memiliki kecenderungan nilai yang rata-rata rendemen yang paling rendah dibandingkan dengan absorben yang lain.

Tabel. 8. Uji lanjut Duncan pada variabel tak bebas rendemen terhadap jenis absorben

Jenis absorben	N	Subset	
	1	2	1
Zeolit	15	65,3767	
Karbon Aktif	15		74,7213
Bentonit	15		74,7767
Sig.		1,000	,966

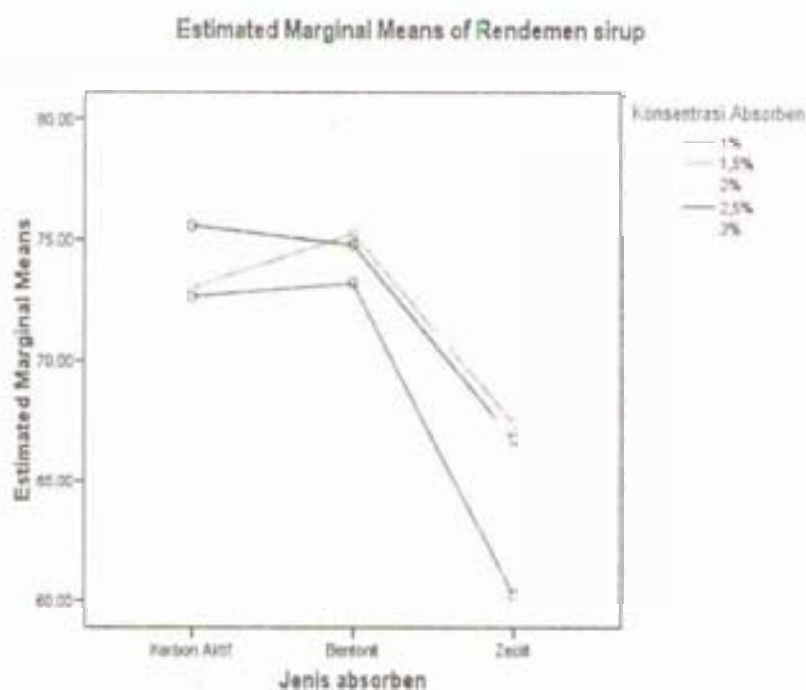
Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = 12,227.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 15,000.

b. Alpha = .05



Gambar 10. *Estimated Marginal Means* dari rendemen sirup gula palma.

Perbedaan konsentrasi yang digunakan pada semua jenis palma ternyata memberikan hasil rendemen yang sangat berbeda (Tabel. 9) pada konsentrasi 1% (68,69%) dan konsentrasi absorben sebesar 3% (73,36). Pada

konsentrasi 1,5%, 2% dan 2,5% menunjukkan nilai yang tidak berbeda nyata dengan nilai rata-rata rendemen masing-masing sebesar 71,89%, 71,79% dan 72,37%.

Tabel. 9. Uji lanjut Duncan pada variabel tak bebas rendemen terhadap Konsentrasi absorben

Konsentrasi Absorben	N	Subset	
	1	2	1
1%	9	68,6956	
2%	9	71,7989	71,7989
1,5%	9	71,8922	71,8922
2,5%	9	72,3700	72,3700
3%	9		73,3678
Sig.		,056	,394

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = 12,227.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 9.000.

b Alpha = .05.

4.2.2. Warna

Warna merupakan kualitas fisik yang sangat mempengaruhi konsumen untuk membeli suatu produk. Sirup gula palma merupakan minuman kemasan yang memiliki kelemahan terhadap warna, dimana warna yang biasanya ada dipasaran belum memenuhi standar yang diinginkan, karena kualitas teknologi yang selama ini digunakan oleh petani masih belum optimal. Hasil penelitian dari 3 jenis palma yang digunakan menunjukkan bahwa warna yang paling cerah terdapat pada palma jenis siwalan (48,90 nilai 1) kemudian kelapa (44,30 nilai 1) dan aren (14,50 nilai 1)

Tabel 10. Warna sirup gula palma yang berasal dari nira palma berdasarkan pada hasil penelitian

Jenis absorben	Konsentrasi absorben	Jenis Palma	Warna (nilai 1)
Karbon Aktif	1%	Kelapa	41.00
Karbon Aktif	1,5%	Kelapa	42.50
Karbon Aktif	2%	Kelapa	43.40
Karbon Aktif	2,5%	Kelapa	43.90
Karbon Aktif	3%	Kelapa	44.25
Bentonit	1%	Kelapa	40.25
Bentonit	1,5%	Kelapa	41.75

Tabel 10 Warna sirup gula palma yang berasal dari nira palma berdasarkan pada hasil penelitian

Jenis absorben	Konsentrasi absorben	Jenis Palma	Warna (nilai I)
Bentonit	2%	Kelapa	42.05
Bentonit	2,5%	Kelapa	42.85
Bentonit	3%	Kelapa	43.45
Zeolit	1%	Kelapa	40.95
Zeolit	1,5%	Kelapa	42.55
Zeolit	2%	Kelapa	43.50
Zeolit	2,5%	Kelapa	43.70
Zeolit	3%	Kelapa	44.30
Karbon Aktif	1%	Area	13.10
Karbon Aktif	1,5%	Aren	13.45
Karbon Aktif	2%	Aren	13.85
Karbon Aktif	2,5%	Aren	14.05
Karbon Aktif	3%	Aren	14.25
Bentonit	1%	Aren	13.65
Bentonit	1,5%	Aren	13.95
Bentonit	2%	Aren	14.25
Bentonit	2,5%	Aren	14.50
Bentonit	3%	Aren	14.50
Zeolit	1%	Aren	13.40
Zeolit	1,5%	Aren	13.65
Zeolit	2%	Aren	13.95
Zeolit	2,5%	Aren	14.25
Zeolit	3%	Aren	14.25
Karbon Aktif	1%	Siwalan	45.50
Karbon Aktif	1,5%	Siwalan	46.05
Karbon Aktif	2%	Siwalan	46.75
Karbon Aktif	2,5%	Siwalan	47.30
Karbon Aktif	3%	Siwalan	47.85
Bentonit	1%	Siwalan	46.40
Bentonit	1,5%	Siwalan	47.30
Bentonit	2%	Siwalan	47.65
Bentonit	2,5%	Siwalan	48.25
Bentonit	3%	Siwalan	48.90
Zeolit	1%	Siwalan	42.30
Zeolit	1,5%	Siwalan	45.85
Zeolit	2%	Siwalan	46.35
Zeolit	2,5%	Siwalan	47.10

Hasil uji menggunakan metode UNINOVA menunjukkan bahwa faktor jenis absorben, konsentrasi dan jenis palma menunjukkan perbedaan yang sangat nyata, terlihat dari nilai F_{hit} yang lebih dari 0,05 (Lampiran 2) pada semua faktor yang diuji. Oleh karena itu dilakukan uji lanjut Duncan dengan nilai alfa sebesar 0,05.

Hasil analisis dengan uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa perbedaan Jenis absorben menentukan tingkat kejernihan dari warna sirup. Zeolit memiliki warna yang tidak berbeda jauh dengan karbon aktif, namun berbeda nyata dengan bentonit (Tabel 11). Kondisi ini didukung dengan nilai rata-rata dari ketiga jenis absorben yang terdapat pada Gambar 11, dimana Bentonit memiliki nilai yang paling tinggi dibandingkan dengan jenis absorben yang lain.

Tabel. 11. Uji lanjut Duncan pada variabel tak bebas warna terhadap jenis absorben yang ditambahkan

Jenis absorben	N	Subset	
	1	2	1
Zeolit	15	34,2633	
Karbon Aktif	15	34,4800	34,4800
Bentonit	15		34,6467
Sig.		,205	,324

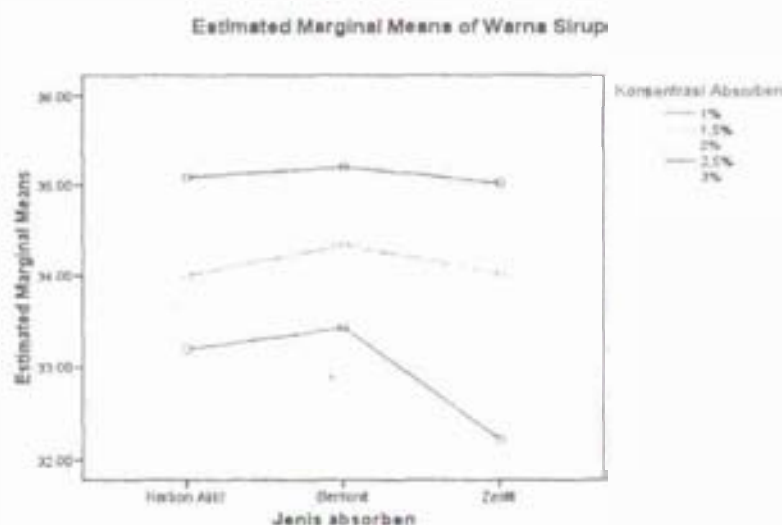
Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = ,201.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 15,000.

b Alpha = ,05.



Gambar 11. Estimated Marginal Means dari warna sirup gula palma

4.2.3. Penentuan Perlakuan Terbaik

Penentuan perlakuan terbaik didasarkan kepada perlakuan yang memberikan rendemen dan warna yang paling tinggi terhadap berbagai jenis palma yang diteliti. Berdasarkan pada nilai tersebut maka perlakuan yang masuk dalam kategori ini adalah sebagai berikut :

Tabel 12. Perlakuan terbaik dari berdasarkan pada 3 jenis palma untuk rendemen dan warna.

No	Faktor			Rendemen (%)	Warna (nilai I)	Keterangan
	Jenis Palma	Jenis Absorben	Konsentrasi Absorben			
1	Kelapa	Karbon aktif	3%	83,33	44,25	Terpilih
		Bentonit	3%	83,33	43,45	
2	Aren	Karbon aktif	3%	80,00	14,25	Terpilih
		Zeolit	3%	80,00	14,25	
3	Siwalan	Zeolit	3%	73,33	47,85	Terpilih
		Bentonit	1,5	71,47	47,85	

Berdasarkan pada Tabel 12 maka perlakuan terbaik untuk pembuatan sirup gula kelapa adalah pada jenis palma kelapa dengan nilai rendemen sebesar 83,33% dan warna sebesar 44,25 IU, kemudian disusul oleh jenis palma aren dengan penambahan zeolit sebesar 3% dan siwalan dengan penambahan zeolit sebesar 3%.

4.2.4. Analisis Kualitas Perlakuan Terbaik

Hasil analisis kualitas sirup nira yang dihasilkan adalah seperti yang tertera pada Tabel 14. Berdasarkan pada Tabel 13 terlihat bahwa °Brix yang dihasilkan dari berbagai jenis palma menunjukkan telah melampaui standar yang telah ditetapkan yaitu minimal 60%.

Tabel 13. Analisis kualitas perlakuan terbaik

No	Kualitas	Jenis Palma		
		Kelapa	Aren	Siwalan
1	Warna (I)	44,25	14,25	47,85
2	Kekentalan (mPas)	22,75	22,00	21,85
3	°Brix	62,5%	63%	62,85%

43 Pengaruh Jenis dan Konsentrasi Adsorben terhadap Kualitas Gula Semut yang Diolah dari Gula Cetak (kelapa, aren dan siwalan) dengan Metode Reprosesing

4.3.1. Rendemen

Rendemen gula semut untuk ketiga jenis palma adalah bervariasi. Berdasarkan data yang dihasilkan dari penelitian perlakuan yang memiliki rendemen terbesar adalah pada perlakuan gula aren dengan penambahan zeolit sebanyak 1%, yang disusul dengan kelapa dan siwalan dengan penambahan zeolit dan bentonit masing-masing 1%. Sedangkan perlakuan yang memiliki rendemen gula semut paling kecil terdapat pada perlakuan jenis palma aren dengan bentonit sebesar 2,5% yang menghasilkan rendemen hanya 46% (Tabel 14)

Tabel 14. Rendemen gula semut palma yang berasal dari gula cetak palma berdasarkan pada hasil penelitian

Jenis adsorben	Konsentrasi adsorben	Jenis palma	Rendemen
Karbon Aktif	0.01	Kelapa	77.00
Karbon Aktif	1,5%	Kelapa	68.00
Karbon Aktif	0.02	Kelapa	65.00
Karbon Aktif	2,5%	Kelapa	57.00
Karbon Aktif	0.03	Kelapa	57.00
Bentonit	0.01	Kelapa	79.00
Bentonit	1,5%	Kelapa	77.00
Bentonit	0.02	Kelapa	69.00
Bentonit	2,5%	Kelapa	66.00
Bentonit	0.03	Kelapa	66.00
Zeolit	0.01	Kelapa	80.00
Zeolit	1,5%	Kelapa	78.00
Zeolit	0.02	Kelapa	75.00
Zeolit	2,5%	Kelapa	70.00
Zeolit	0.03	Kelapa	61.00
Karbon Aktif	0.01	Aren	76.00
Karbon Aktif	1,5%	Aren	77.00
Karbon Aktif	0.02	Aren	75.00
Karbon Aktif	2,5%	Aren	76.00
Karbon Aktif	0.03	Aren	73.00
Bentonit	0.01	Aren	57.00
Bentonit	1,5%	Aren	58.00

Tabel 14. Rendemen gula semut palma yang berasal dari gula cetak palma berdasarkan pada hasil penelitian (lanjutan)

Jenis absorben	Konsentrasi absorben	Jenis palma	Rendemen
Bentonit	0.02	Aren	56.00
Bentonit	2,5%	Aren	46.00
Bentonit	0.03	Aren	59.00
Zeolit	0.01	Aren	84.00
Zeolit	1,5%	Aren	56.00
Zeolit	0.02	Aren	57.00
Zeolit	2,5%	Aren	70.00
Zeolit	0.03	Aren	61.00
Karbon Aktif	0.01	Siwalan	79.00
Karbon Aktif	1,5%	Siwalan	77.00
Karbon Aktif	0.02	Siwalan	69.00
Karbon Aktif	2,5%	Siwalan	66.00
Karbon Aktif	0.03	Siwalan	66.00
Bentonit	0.01	Siwalan	80.00
Bentonit	1,5%	Siwalan	78.00
Bentonit	0.02	Siwalan	75.00
Bentonit	2,5%	Siwalan	70.00
Bentonit	0.03	Siwalan	61.00
Zeolit	0.01	Siwalan	76.00
Zeolit	1,5%	Siwalan	77.00
Zeolit	0.02	Siwalan	75.00
Zeolit	2,5%	Siwalan	76.00
Zeolit	0.03	Siwalan	73.00

Hasil uji menggunakan metode UNINOVA menunjukkan bahwa ketiga faktor yang meliputi jenis absorben, konsentrasi dan jenis palma menunjukkan perbedaan yang sangat nyata, terlihat dari nilai F_{hit} yang lebih dari 0,05 (Lampiran 3) pada semua faktor yang diuji. Oleh karena itu dilakukan uji lanjut Duncan dengan nilai alfa sebesar 0,05.

Hasil analisis dengan uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa perbedaan konsentrasi absorben menentukan rendemen gula semut yang dihasilkan. Konsentrasi yang paling tinggi terdapat pada jenis konsentrasi yang paling rendah yaitu 1% dengan nilai rendemen rata-rata sebesar 76,44% nilai ini

tidak berbeda nyata dengan nilai rendemen 1,5% sebesar 71,78%. Sedangkan rendemen yang paling rendah terdapat pada nilai konsentrasi absorben sebesar 3% yaitu sebesar 64,11%. (Tabel 15). Kondisi ini didukung dengan nilai rata-rata dari ketiga jenis palma yang terdapat pada Gambar 12, dimana konsentrasi 1% memiliki nilai rendemen yang paling besar pada semua jenis palma.

Tabel 15. Uji lanjut Duncan pada variabel tak bebas rendemen terhadap konsentrasi absorben yang ditambahkan

Konsentrasi Absorben	N	Subset			
	1	2	3	4	
3%	9	64,1111			
2,5%	9	66,3333	66,3333		
2%	9	68,4444	68,4444		
1,5%	9		71,7778	71,7778	
1%	9			76,4444	
Sig.		,141	,069	,098	

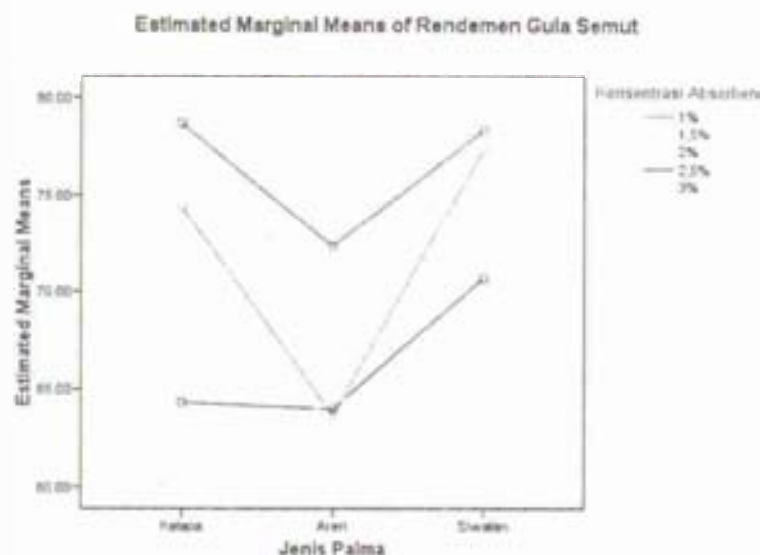
Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = 31,806.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9,000.

b. Alpha = ,05.



Gambar 12. *Estimated Marginal Means* dari rendemen berbagai jenis gula semut palma

4.3.2. Warna

Hasil penelitian dari 3 jenis palma yang digunakan menunjukkan bahwa warna yang dihasilkan dari penambahan absorben mengalami peningkatan jika dibandingkan dengan yang tidak ditambahkan absorben. Nilai warna yang didapatkan berkisar antara 51,25 – 58,85 pada nilai I-nya. (Tabel 16)

Tabel 16. Warna gula semut palma yang berasal dari gula cetak palma berdasarkan pada hasil penelitian

Jenis absorben	Konsentrasi absorben	Jenis palma	Warna (nilai I)
Karbon Aktif	1%	Kelapa	51.90
Karbon Aktif	1,5%	Kelapa	52.65
Karbon Aktif	2%	Kelapa	53.45
Karbon Aktif	2,5%	Kelapa	54.10
Karbon Aktif	3%	Kelapa	54.75
Bentonit	1%	Kelapa	53.55
Bentonit	1,5%	Kelapa	54.15
Bentonit	2%	Kelapa	54.85
Bentonit	2,5%	Kelapa	57.35
Bentonit	3%	Kelapa	58.85
Zeolit	1%	Kelapa	53.30
Zeolit	1,5%	Kelapa	53.85
Zeolit	2%	Kelapa	54.50
Zeolit	2,5%	Kelapa	51.25
Zeolit	3%	Kelapa	54.95
Karbon Aktif	1%	Aren	51.90
Karbon Aktif	1,5%	Aren	52.65
Karbon Aktif	2%	Aren	53.45
Karbon Aktif	2,5%	Aren	54.10
Karbon Aktif	3%	Aren	54.75
Bentonit	1%	Aren	53.55
Bentonit	1,5%	Aren	54.15
Bentonit	2%	Aren	54.85
Bentonit	2,5%	Aren	57.35
Bentonit	3%	Aren	58.85
Zeolit	1%	Aren	53.30
Zeolit	1,5%	Aren	53.85
Zeolit	2%	Aren	54.50
Zeolit	2,5%	Aren	51.25

Tabel 16. Warna gula semut palma yang berasal dari gula cetak palma berdasarkan pada hasil penelitian (lanjutan)

Jenis absorben	Konsentrasi absorben	Jenis palma	Warna (nilai I)
Zeolit	3%	Aren	54.95
Karbon Aktif	1%	Siwalan	53.55
Karbon Aktif	1,5%	Siwalan	54.15
Karbon Aktif	2%	Siwalan	54.85
Karbon Aktif	2,5%	Siwalan	57.35
Karbon Aktif	3%	Siwalan	58.85
Bentonit	1%	Siwalan	53.30
Bentonit	1,5%	Siwalan	53.85
Bentonit	2%	Siwalan	54.50
Bentonit	2,5%	Siwalan	51.25
Bentonit	3%	Siwalan	54.95
Zeolit	1%	Siwalan	51.90
Zeolit	1,5%	Siwalan	52.65
Zeolit	2%	Siwalan	53.45
Zeolit	2,5%	Siwalan	54.10
Zeolit	3%	Siwalan	54.75

Hasil uji menggunakan metode UNINOVA menunjukkan bahwa faktor jenis absorben dan konsentrasi absorben menunjukkan perbedaan yang sangat nyata terhadap nilai warna yang dihasilkan, terlihat dari nilai F_{hit} yang lebih dari 0,05 (Lampiran 4), sedangkan faktor jenis palma tidak memberikan nilai yang nyata pada masing-masing perlakuan. Oleh karena itu dilakukan uji lanjut Duncan untuk faktor jenis absorben dan konsentrasi absorben dengan nilai alfa sebesar 0,05.

Hasil analisis dengan uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa perbedaan Jenis absorben menentukan tingkat kejernihan dari warna sirup. Zeolit memiliki warna yang tidak berbeda jauh dengan karbon aktif, namun berbeda nyata dengan bentonit (Tabel 17). Kondisi ini didukung dengan nilai rata-rata dari ketiga jenis absorben yang terdapat pada Gambar 13, dimana Bentonit memiliki nilai yang paling tinggi dibandingkan dengan jenis absorben yang lain.

Tabel 17. Uji lanjut Duncan pada variabel tak bebas warna terhadap jenis absorben yang ditambahkan

Jenis absorben	N	Subset	
	1	2	1
Zeolit	15	53,5033	
Karbon Aktif	15	54,1633	54,1633
Bentonit	15		55,0233
Sig.		,217	,113

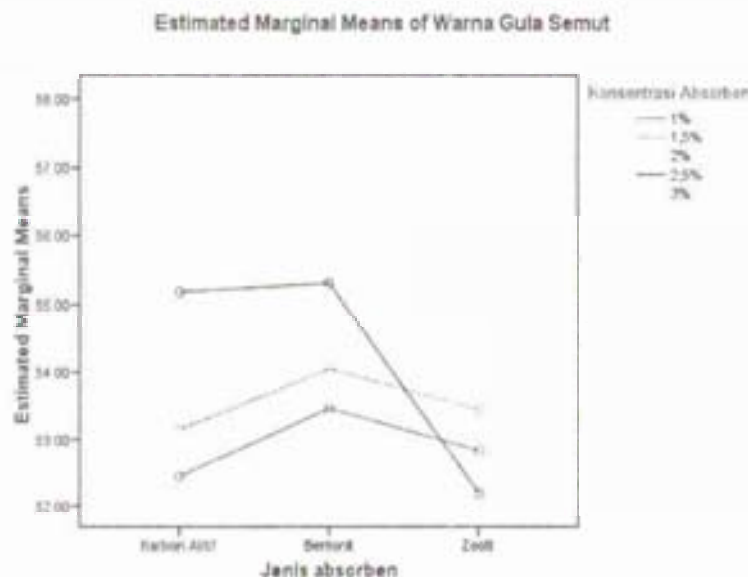
Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = 1,974.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 15,000.

b. Alpha = ,05.



Gambar 13. *Estimated Marginal Means* dari warna pada berbagai jenis absorben

4.3.3. Penentuan Perlakuan Terbaik

Penentuan perlakuan terbaik didasarkan kepada perlakuan yang memberikan rendemen dan warna yang paling tinggi terhadap berbagai jenis palma yang diteliti. Berdasarkan pada nilai tersebut maka perlakuan yang masuk dalam kategori ini adalah sebagai berikut :

Tabel 18. Perlakuan terbaik dari berdasarkan pada 3 jenis palma untuk rendemen dan warna.

No	Faktor			Rendemen (%)	Warna (nilai I)	Keterangan
	Jenis Palma	Jenis Absorben	Konsentrasi Absorben			
1	Kelapa	Zeolit	1%	80,00	53,30	Terpilih
		Bentonit	1%	79,00	53,55	
2	Aren	Zeolit	1%	84,00	53,30	Terpilih
		Karbon aktif	1,5%	77,00	52,65	
3	Siwalan	Bentonit	1%	80,00	53,30	
		Karbon aktif	1%	79,00	53,55	Terpilih

Berdasarkan pada Tabel 18 maka perlakuan terbaik untuk pan — gula palma semut adalah pada jenis palma aren karena rendemen yang dihasilkan adalah yang paling tinggi (84%) dengan nilai warna yang cerah yaitu 54,30 UI, sedangkan pada jenis palma kelapa perlakuan yang dipilih adalah pada jenis absorben zeolit dengan konsentrasi 1% dengan rendemen sebesar 80% dan tingkatan warna mencapai 53,30 UI. Palma siwalan yang paling menguntungkan adalah perlakuan dengan penambahan karbon aktif sebesar 1% yang akan menghasilkan rendemen sebesar 79% dan warna 53,55 UI, pemilihan pada perlakuan penambahan karbon aktif didasarkan pada harga adsorben karbon aktif yang jauh lebih murah dibandingkan dengan bentonit.

4.3.4. Analisis Kualitas Perlakuan Terbaik

Hasil analisis kualitas gula semut palma yang dihasilkan adalah seperti yang tertera pada Tabel 19. Berdasarkan pada Tabel 19 terlihat bahwa kadar air yang paling rendah adalah siwalan sedangkan yang paling tinggi adalah aren, sedangkan kadar sukrosa tertinggi ada pada gula semut aren (73,27%).

Tabel 19. Analisis kualitas perlakuan terbaik

No	Kualitas	Jenis Palma		
		Kelapa	Aren	Siwalan
1	Warna (nilai I)	53,30	53,30	53,55
2	Kadar air (%)	2,0	2,5	1,83
3	Kadar Sukrosa (%)	69,12	73,27	68,40

4.4. Pengaruh Penambahan Inti Kristal (FCS) pada Pengolahan Gula Semut berbahan baku nira terhadap Kualitas Gula Palma (kelapa, area dan siwalan) yang Dihasilkan

4.4.1. Rendemen

Rendemen gula semut yang dihasilkan dari gula palma cetak dipengaruhi oleh konsentrasi FCS yang ditambahkan. Berdasarkan pada hasil penelitian (Tabel 20) terlihat bahwa semakin tinggi konsentrasi inti Kristal (FCS) yang ditambahkan akan memberikan pengaruh dengan kecenderungan rendemen yang semakin naik. Dalam penelitian ini rendemen yang dihasilkan berkisar antara 14,94% hingga 34,77%.

Tabel 20. Nilai rendemen pada berbagai jenis perlakuan

Konsentrasi FCS	Jenis Palma	Rendemen
0% FCS	Kelapa	31.92
1% FCS	Kelapa	34.77
2,5% FCS	Kelapa	33.81
5% FCS	Kelapa	34.75
0% FCS	Aren	30.36
1% PCS	Area	33.76
2,5% FCS	Aren	34.41
5% FCS	Aren	41.06
0% FCS	Siwalan	14.94
1% FCS	Siwalan	15.55
2,5% FCS	Siwalan	16.33
5% FCS	Siwalan	18,71

Hasil uji UNMOVA (Lampiran 5) menunjukkan bahwa faktor konsentrasi FCS dan Jenis palma memberikan nilai yang sangat nyata terhadap rendemen dari gula semut yang dihasilkan. Hal ini menunjukkan bahwa kedua faktor tersebut sangat berpengaruh terhadap nilai rendemen yang dihasilkan. Oleh karena itu dilakukan uji lanjut Duncan untuk mengetahui perlakuan yang sama dan perlakuan yang berbeda satu sama lain terhadap nilai rendemen yang dihasilkan.

Hasil Uji lanjut Duncan terhadap konsentrasi FCS (Tabel 21) menunjukkan bahwa jika tidak dilakukan penambahan FCS (0%) memiliki nilai rendemen yang paling kecil jika dibandingkan dengan yang diberikan penambahan (1%, 2,5%). Penambahan FCS hingga 5% memberikan nilai rendemen yang sangat berbeda nyata dengan taraf penambahan FCS yang lain. Hal ini diperjelas pada Gambar 14 yang menunjukkan adanya trend peningkatan rendemen pada semua jenis palma yang diujikan.

Tabel 21. Hasil Uji lanjut Duncan terhadap Konsentrasi FCS pada nilai rendemen

Konsentrasi FCS	N	Subset	
	1	2	1
0% FCS	3	25.7400	
1% FCS	3	28.0267	28.0267
2,5% FCS	3	28.1833	28.1833
5% FCS	3		31.5067
		.190	.080

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

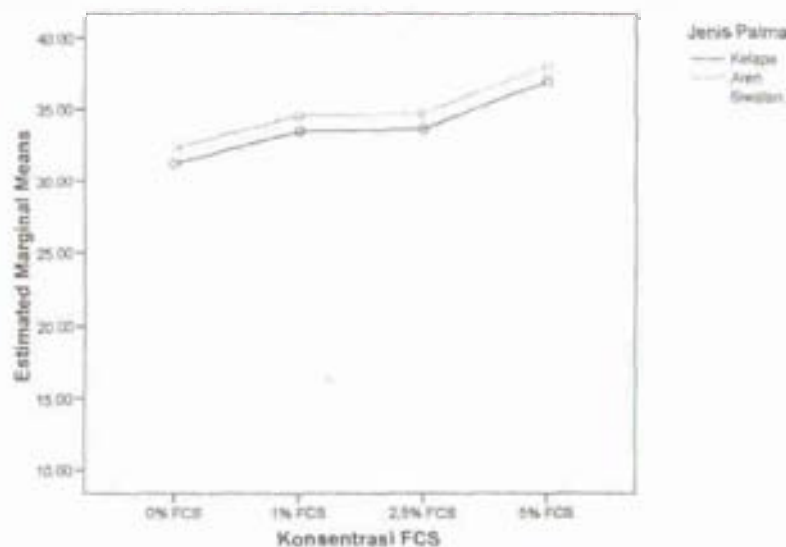
Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = 3.824.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

b. Alpha = .05.

Estimated Marginal Means of Rendemen Gula Semut



Gambar 14. *Estimated Marginal Means* dari rendemen pada berbagai konsentrasi FCS

4.4.2. Pengaruh Penambahan FCS terhadap Lama waktu pemasakan

Proses terpenting dalam pembuatan gula semut adalah pada proses pengkristalan. Penentuan saat yang tepat untuk melakukan pengkristalan merupakan salah satu teknologi yang akan dioptimalkan dalam penelitian ini. Hasil penelitian menunjukkan bahwa (Tabel 22) semakin tinggi konsentrasi FCS yang ditambahkan maka waktu yang digunakan untuk mengkristalkan adonan menjadi gula semut juga semakin cepat. Waktu yang paling cepat diperoleh pada perlakuan dengan jenis palma aren dan konsentrasi FCS sebesar 5% dan waktu yang dibutuhkan untuk mengkristal adalah sebesar 72,5 detik. Sedangkan waktu pengkristalan terlama sebesar 397 detik terjadi pada perlakuan palma siwalan dengan tanpa penambahan FCS sama sekali (0%).

Tabel 22. Lama pengkristalan pada berbagai jenis perlakuan

Konsentrasi FCS	Jenis Palma	Lama Pengkristalan (detik)
0% FCS	Kelapa	284.50
1% FCS	Kelapa	199.00
2,5% FCS	Kelapa	162.50
5% FCS	Kelapa	101.00
0% FCS	Aren	193.50
1% FCS	Aren	150.00
2,5% FCS	Aren	102.50
5% FCS	Aren	72.50
0% FCS	Siwalan	397.00
1% FCS	Siwalan	342.00
2,5% FCS	Siwalan	206.00
5% FCS	Siwalan	170.00

Hasil analisis dengan menggunakan metode UNINOVA (Lampiran 6) menunjukkan bahwa konsentrasi FCS dan jenis palma memberikan nilai yang berbeda nyata terhadap lama waktu pengkristalan. Hasil Uji lanjut Duncan terhadap dua faktor tersebut menunjukkan bahwa pada faktor konsentrasi FCS (Tabel 23) konsentrasi FCS 5% memberikan nilai yang berbeda dengan konsentrasi 1% dan 0%, namun tidak berbeda nyata dengan konsentrasi 2,5%. Sedangkan pada faktor jenis palma (Tabel 24) menunjukkan adanya perbedaan diantara ketiga jenis palma tersebut dimana aren (129,62 detik) merupakan jenis

palma yang paling mudah mengkristal jika dibandingkan dengan kelapa (186,75 detik) dan siwalan (278,75 detik). Hal ini dipertegas pada Gambar 14 yang menunjukkan adanya trend peningkatan rendemen pada semua jenis palma yang diujikan.

Tabel 23. Hasil Uji lanjut Duncan terhadap Konsentrasi FCS pada nilai waktu pengkristalan

Konsentrasi FCS	N	Subset	
	1	2	1
5% FCS	3	114,5000	
2,5% FCS	3	157,0000	
1% FCS	3		230,3333
0% FCS	3		291,6667
Sig.		,146	,053

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = 971,410.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

b. Alpha = ,05.

Tabel 24. Hasil Uji lanjut Duncan terhadap Jenis Palma pada nilai waktu pengkristalan

Jenis Palma	N	Subset		
	1	2	3	1
Aren	4	129,6250		
Kelapa	4		186,7500	
Siwalan	4			278,7500
Sig.		1,000	1,000	1,000

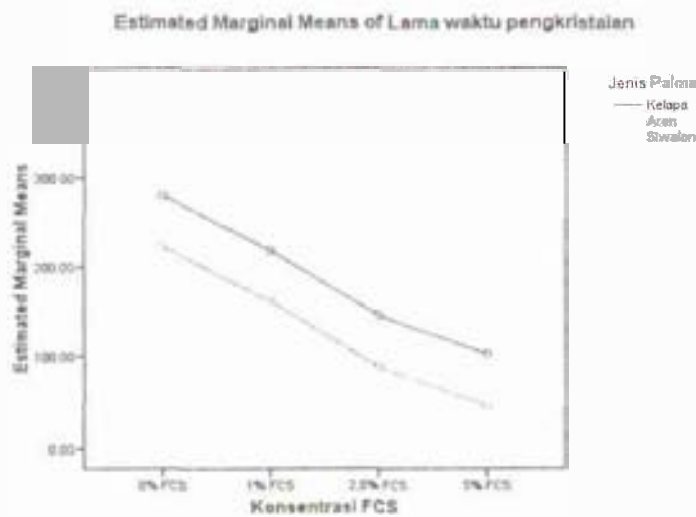
Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = 971,410.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

b. Alpha = ,05.



Gambar 15. *Estimated Marginal Means* dari lama pengkristalan pada berbagai jenis palma dan konsentrasi FCS

4.4.3. Penentuan Perlakuan Terbaik

Penentuan perlakuan terbaik didasarkan kepada perlakuan yang memberikan rendemen yang paling tinggi dengan waktu pengkristalan yang paling cepat terhadap berbagai jenis palma yang diteliti. Berdasarkan pada nilai tersebut maka perlakuan yang masuk dalam kategori ini seperti pada Tabel 25. Perlakuan terbaik dari masing palma adalah penambahan konsentrasi FCS sebesar 5% dan berlaku untuk semua jenis palma akan memberikan nilai rendemen yang tertinggi dengan lama waktu pengkristalan yang paling cepat.

Tabel 25. Perlakuan terbaik dari berdasarkan pada 3 jenis palma untuk rendemen lama waktu pengkristalan

No	Faktor		Rendemen (%)	Lama waktu pengkristalan	Keterangan
	Jenis Palma	Konsentrasi FCS			
1	Kelapa	2,5%	33.81	162.50	Terpilih
		5%	34.75	101.00	
2	Aren	2,5%	34.41	102.50	Terpilih
		5%	41.06	72.50	
3	Siwalan	2,5%	16.33	206.00	Terpilih
		5%	18.71	170.00	

4.44. Analisis Kualitas Perlakuan Terbaik

Hasil analisis kualitas gula semut palma yang dihasilkan adalah seperti yang tertera pada Tabel 26. Berdasarkan pada Tabel 26 terlihat bahwa semua produk gula semut yang dihasilkan telah memenuhi standar SNI untuk kadar air, kadar sukrosa dan kadar abu, hal ini menunjukkan bahwa teknologi ini dapat diadopsi untuk digunakan pada skala yang lebih besar dari skala laboratorium.

Tabel 26. Analisis kualitas perlakuan terbaik

No	Kualitas	Jenis Palma		
		Kelapa	Aren	Siwalan
1	Warna (UI)	54,70	18,75	56,80
2	Kadar air (%)	1,63	0,33	1,39
3	Kadar Sukrosa (%)	77,97	83,92	78,46
4	Kadar abu	1,69	1,59	1,59

4.5. Pengaruh Penambahan Inti Kristal (FCS) pada Pengolahan Gula Semut Berbahan Baku Gula Cetak (kelapa, aren dan siwalan) terhadap Kualitas Gula Semut yang Dihasilkan

4.5.1. Rendemen

Rendemen gula semut yang dihasilkan dari gula palma cetak dipengaruhi oleh konsentrasi FCS yang ditambahkan. Berdasarkan pada hasil penelitian (Tabel 27) terlihat bahwa semakin tinggi konsentrasi inti Kristal (FCS) yang ditambahkan akan memberikan pengaruh dengan kecenderungan rendemen yang semakin naik namun ada tren mengalami penurunan pada nilai konsentrasi yang paling tinggi (7,5%). Dalam penelitian ini rendemen yang dihasilkan berkisar antara 70,71% hingga 80,48%.

Tabel 27. Nilai rendemen pada berbagai jenis perlakuan

Konsentrasi FCS	Jenis Palma	Rendemen
0% FCS	Kelapa	73.50
2,5% FCS	Kelapa	77.07
5% FCS	Kelapa	80.15
7,5% FCS	Kelapa	79.97
0% FCS	Aren	71.00
2,5% FCS	Aren	77.07
5% FCS	Aren	79.05
7,5% FCS	Aren	70.71
0% FCS	Siwalan	72.00
2,5% FCS	Siwalan	70.54
5% FCS	Siwalan	80.48
7,5% FCS	Siwalan	75.04

Hasil uji UNINOVA (Lampiran 7) menunjukkan bahwa faktor konsentrasi FCS dan Jenis palma cetak memberikan nilai yang sangat nyata terhadap rendemen dari gula semut yang dihasilkan. Hal ini menunjukkan bahwa kedua faktor tersebut sangat berpengaruh terhadap nilai rendemen yang dihasilkan. Oleh karena itu dilakukan uji lanjut Duncan untuk mengetahui perlakuan yang sama dan perlakuan yang berbeda satu sama lain terhadap nilai rendemen yang dihasilkan.

Hasil Uji lanjut Duncan terhadap konsentrasi FCS (Tabel 28) menunjukkan bahwa jika tidak dilakukan penambahan FCS (0%) memiliki nilai rendemen yang paling kecil jika dibandingkan dengan yang diberikan penambahan (2,5%, 7,5% dan 4%). Penambahan FCS 2,5% dan 7,5% memberikan nilai rendemen yang tidak berbeda berbeda nyata, namun penambahan FCS pada konsentrasi 5% memberikan nilai rendemen tertinggi (79,89%) dan berbeda dengan nilai penambahan rendemen pada taraf yang lain. Hal ini diperjelas pada Gambar 14 yang menunjukkan adanya trend peningkatan rendemen pada semua jenis palma yang diujikan.

Tabel 28. Hasil Uji lanjut Duncan terhadap Konsentrasi FCS pada nilai rendemen

Konsentrasi FCS	N	Subst	
	1	2	1
0% FCS	3	72.1667	
2,5% FCS	3	74.8933	74.8933
7,5% FCS	3	75.2400	75.2400
5% FCS	3		79.8933
Sig.		.248	.083

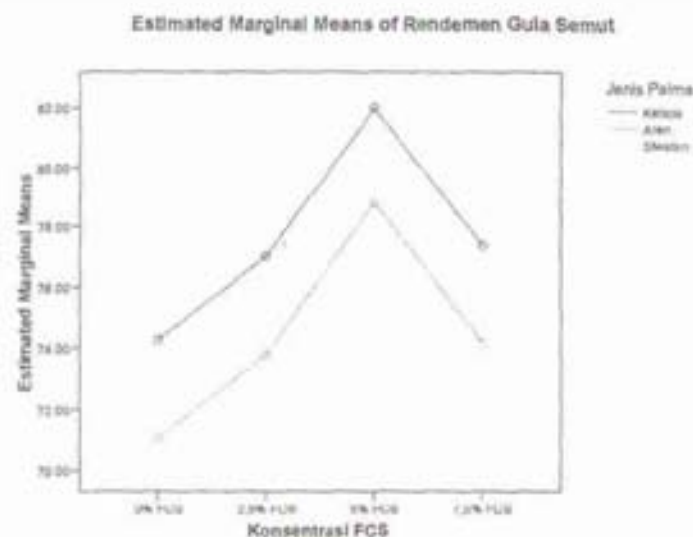
Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = 8.095.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

b. Alpha = .05.



Gambar 16. *Estimated Marginal Means* dari rendemen pada berbagai jenis palma dan konsentrasi FCS

4.5.2. Pengaruh Penambahan FCS terhadap Lama waktu pemasakan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa (Tabel 29) semakin tinggi konsentrasi FCS yang ditambahkan maka waktu yang digunakan untuk mengkristalkan adonan menjadi gula semut juga semakin cepat. Waktu yang paling cepat diperoleh pada perlakuan dengan jenis palma cetak kelapa dan konsentrasi FCS sebesar 5% dan waktu yang dibutuhkan untuk mengkristal adalah sebesar 762 detik. Sedangkan waktu pengkristalan terlama sebesar 1137 detik terjadi pada perlakuan palma cetak a m dengan tanpa penambahan FCS sama sekali (0%).

Tabel 29. Lama pengkristalan pada berbagai jenis perlakuan

Konsentrasi FCS	Jenis Palma	Lama Waktu Pengkristalan
0% FCS	Kelapa	846.00
2,5% FCS	Kelapa	766.00
5% FCS	Kelapa	688.00
7,5% FCS	Kelapa	607.00
0% FCS	Aren	1137.50
2,5% FCS	Aren	762.00
5% FCS		787.50
7,5% FCS	Aren	506.00
0% FCS	Siwalan	1193.50
2,5% FCS	Siwalan	1687.50
5% FCS	Siwalan	1005.00
7,5% FCS	Siwalan	894.50

Hasil analisis dengan menggunakan metode UNINOVA (Lampiran 8) menunjukkan bahwa konsentrasi FCS dan jenis palma memberikan nilai yang berbeda nyata terhadap lama waktu pengkristalan. Hasil Uji lanjut Duncan terhadap dua faktor tersebut menunjukkan bahwa pada faktor konsentrasi FCS (Tabel 30) konsentrasi FCS 74% memberikan nilai yang berbeda dengan konsentrasi 2,5% dan 0%, namun tidak berbeda nyata dengan konsentrasi 5%. Sedangkan pada faktor jenis palma (Tabel 31) menunjukkan adanya perbedaan pada jenis palma siwalan jika dibandingkan dengan dua jenis palma yang lain

yaitu Kelapa dan aren Hal ini didukung dengan Gambar 14 yang menunjukkan adanya trend kedekatan nilai antara gula palma kelapa dengan aren, sedangkan gula palma siwalan berada jauh diatas kedua gula palma tersebut.

Tabel 30. Hasil Uji lanjut Duncan terhadap Konsentrasi FCS pada nilai waktu pengkristalan

Konsentrasi FCS	N	Subset		
	1	2	3	1
7,5% FCS	3	669,1667		
5% FCS	3	826,8333	826,8333	
2,5% FCS	3		871,8333	
0% FCS	3			1059,0000
Sig.		,079	,568	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = 8332,743.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

b Alpha = ,05.

Tabel 31. Hasil Uji lanjut Duncan terhadap jenis palma pada nilai waktu pengkristalan

Jenis Palma	N	Subset	
	1	2	1
Kelapa	4	726,7500	
Aren	4	798,2500	
Siwalan	4		1045,1250
Sig.		,310	1,000

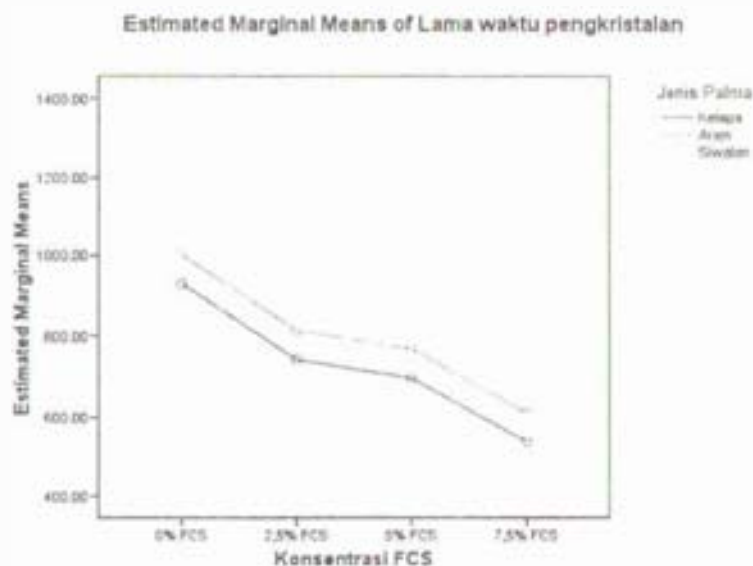
Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = 8332,743.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 4,000.

b Alpha = ,05.



Gambar 17. *Estimated Marginal Means* dari lama waktu pengkristalan pada berbagai jenis palma dan konsentrasi FCS

4.5.3. Penentuan Perlakuan Terbaik

Penentuan perlakuan terbaik didasarkan kepada perlakuan yang memberikan rendemen yang paling tinggi dengan waktu pengkristalan yang paling cepat terhadap berbagai jenis palma yang diteliti. Berdasarkan pada nilai tersebut maka perlakuan yang masuk dalam kategori ini adalah seperti yang terdapat pada Tabel 32. Untuk jenis palma kelapa perlakuan terbaik adalah pada penambahan konsentrasi FCS sebanyak 5% hal ini didasarkan pada harga FCS yang relative mahal, dengan selisih FCS sebesar 2,5% hanya memiliki selisih waktu sebesar 81 detik. Begitu juga dengan jenis palma aren dan jenis palma siwan penambahan 2,5% FCS justru akan menurunkan nilai rendemen gula semut yang dihasilkan sehingga perlakuan terbaik untuk kedua palma ini adalah pada penambahan FCS sebesar masing-masing 5%.

Tabel 32. Perlakuan terbaik dari berdasarkan pada 3 jenis palma untuk rendemen lama waktu pengkristalan

No	Faktor		Rendemen (%)	Lama waktu pengkristalan (detik)	Keterangan
	Jenis Palma	Konsentrasi FCS			
1	Kelapa	5%	80.15	688	
		7,5%	79.97	607	Terpilih
2	Aren	5%	79.05	787	Terpilih
		7,5%	70.71	506	
3	Siwalan	5%	80.48	1005	Terpilih
		7,5%	75.04	894,5	

4.5.4. Analisis Kualitas Perlakuan Terbaik

Hasil analisis kualitas gula semut palma yang dihasilkan adalah seperti yang tertera pada Tabel 25. Berdasarkan pada Tabel 25 terlihat bahwa semua produk gula semut yang dihasilkan telah memenuhi standar SNI untuk kadar air, kadar sukrosa dan kadar abu, hal ini menunjukkan bahwa teknologi ini dapat diadopsi untuk digunakan pada skala yang lebih besar dari skala laboratorium.

Tabel 33. Analisis kualitas perlakuan terbaik

No	Kualitas	Jenis Palma		
		Kelapa	Aren	Siwalan
1	Warna (UI)	55,30	52,20	55,60
2	Kadar air (%)	1,95	2,00	1,30
3	Kadar Sukrosa (%)	75,78	72,99	2,18
4	Kadar abu	1,87	2,08	77,57

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

1. Kondisi yang paling efisien untuk prosesing pengolahan gula sirup yang berasal dari nira adalah sebagai berikut, untuk jenis palma kelapa absorben yang digunakan adalah karbon aktif dengan konsentrasi 3%, sedangkan jenis palma men absorben yang digunakan adalah zeolit dengan konsentrasi 3% dan untuk jenis palma siwalan absorben yang digunakan adalah zeolit dengan konsentrasi 3%. Kondisi prosesing untuk pengolahan gula semut dari nira yang paling efisien adalah penambahan FCS sebesar 5% untuk semua jenis palma (kelapa, aren dan siwalan)
2. Kondisi reprosesing yang paling efisien untuk pembuatan gula semut yang berasal dari gula cetak adalah sebagai berikut; untuk jenis palma kelapa kondisi reprosesing yang paling efisien adalah dengan menambahkan absorben zeolit sebesar 1%, sedangkan jenis absorben aren dengan menambahkan zeolit juga sebesar 1%, kemudian untuk jenis palma siwalan kondisi yang terpilih adalah dengan menambahkan karbon aktif sebesar 1%.
3. Kualitas khemis yang dihasilkan dari hasil penelitian skala laboratorium adalah telah memenuhi standar mutu yang ada dimana rata-rata kadar air kurang dari 2% untuk gula semut dan standar °brix telah lebih dari 60% sebagai salah satu standar sirup.

5.2. Saran

Penelitian yang dilakukan masih dalam skala laboratorium sehingga perlu dikembangkan menjadi skala ganda yang lebih besar lagi untuk dapat dihasilkan paket teknologi yang sesuai dengan kebutuhan UKM.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Farsi Mohamed, Cesaretti A, Mohammed A., Khalid A., Mansorah A., Fawziah A. 2007. Compositional and functional characteristics of dates, syrups, and their by-products. Food Chemistry Vol.104
- Anonymous, 2008. Perbedaan Manfaat Gula Jawa & Gula Tebu. Hasil kebun. <http://hasilkebun.wordpress.com/2008/04/11/perbedaan-manfaat-gula-jawa-gula-tebu/>. Tanggal akses 21 Agustus 2008.
- Apriyantono, A., Astrid A., Nurhayati, Yeni L., Slamet B., Soewarno T. S. 2002. Rate of browning reaction during preparation of coconut and palm sugar International Congress Series I245
- AOAC, 1998. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA.
- Badan Litbang Departemen Pertanian, 2005 . Masukan Bagi Perumusan "Kebijakan Komprehensif Pergulaan Nasional (Dokumen 1). Departemen Pertanian. http://pse.litbang.deptan.go.id/ind/pdf/files/njak_2004_IV_06.pdf tanggal akses 22 Maret 2009.
- _____, 2006. Tanggapan Terhadap Konsep Roadmap Swasembada Gula Nasional. Departemen Pertanian. http://pse.litbang.deptan.go.id/ind/pdf/files/Anjak_2006_II_06.pdf tanggal akses 22 Maret 2009
- Barlina, R., S. Karouw dan P. Pasang, 2006. Pengaruh Sabut Kelapa terhadap Kualitas Nira Aren dan Palm Wine. Jurnal Littri 12(4), Desember 2006 : 166 – 171.
- Buera, P., Chirife, J., Resnik, S.L., Lozano, R.D., 1987. Nonenzymatic browning in liquid model systems of high water activity: kinetics of colour changes due to caramelization of various single sugars. Journal of Food Science Vol. 52
- Dadang, W.I., Slamet, R., Yan S., dan Indah R.P., 2008. Swasembada vs Gula Rafinasi. Tabloid Agrobisnis Agrina. http://www.agrina-online.com/show_article.php?rid=7&aid=1395
- Daniati, I., 2005. Analisis Ekonomi Pemanfaatan Bahan Bakar pada Proses Pembuatan Gula Kelapa. Skripsi Jurusan Teknik Pertanian, Universitas Negeri Jember.

- Gomez, K.A., Gomez, A.A., 1984. Statistical Procedure for Agriculture Research. John Wiley and Sons, Singapore.
- Hamzah, N. dan Hasbullah, 1997. Evaluasi Mutu Gula Semut yang dibuat dengan Menggunakan Bahan Pengawet Alami. Prosiding Seminar Teknologi Pangan. Hal : 175-180.
- Hanik, U., 2002. Analisis Kelayakan Agroindustri Gula Semut dengan Sisitem Reprosesing : Kajian Asal daerah Gula Kelapa Cetak dan Persentase Penambahan Sukrosa. Skripsi.(dibawah bimbingan S. Wijana). Jurusan Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya. Malang.
- Haryoto. 1998. Sirup Jambu Biji. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Kambu, Agustince, 2003. Pemanfaatan *Arenga pinnata* sebagai Minuman Tradisional oleh Masyarakat Maibrat di Sekitar Taman Wisata Gunung Meja. Skripsi Fakultas Kehutanan Universitas Papua.
- Kondororik, Maikel, 2003. Pembuatan Gula Semut dari Air Sadapan (nira) Nipah (*Nypa fruticans* Wurrmb) di Desa Waroki Kabupaten Nabire. Skripsi Fakultas Kehutanan Universitas Papua.
- Marsigit, W., 2005. Penggunaan Bahan Tambahan pada Nira dan Mutu Gula Aren yang Dihasilkan di beberapa Sentra Produksi di Bengkulu. Jurnal UNIB, Vol 11(1)
- Nurpeni, S., 1991. Pengaruh pH dan Jenis Bibit pada Pengolahan Gula Semut dari Nira Kelapa. Skripsi (dibawah bimbingan S. Wijana). Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya. Malang.
- Pattnayak, P.K., Misra, M.K., 2004. Energetic and economics of traditional Gur preparation: a case study in Ganjam District of Orissa, India. Biomass & Bioenergy 26,
- Roo, S.R., Lakshminarayana, C., 1999. Cane jaggery in cube, powder and liquid forms increased shelf life and export. In: Singh, J. (Ed.), Proceeding of the National Seminar at IISR, Lucknow, India
- Soekarto, ST., 1985. Penilaian Organoleptik untuk Industri Pangan dan Hasil Pertanian. Penerbit Bhatara Karya Aksara. Jakarta.
- Subadara, I. B. Setiaji dan I. Tahir, 2003. Activated Carbon Production from Coconut Shell with $(\text{NH}_3)\text{HCO}_3$ Activator as an Adsorben in Virgin

Coconut Oil Purification. Prosiding Seminar Nasional DIES ke 50 FMIPA UGM, 17 September 2003.

Susanto, WH., 1992. Pengaruh pH dan Derajat Brix Nira terhadap Perubahan Sifat Fisis dan Khemis Gula Kelapa Selama Penyimpanan. Tesis Program Pasca Sarjana, Universitas Brawijaya. Malang.

Susilo, WR. dan BG. Yudanto, 2004. Perkembangan dan Prospek Industri Gula. Lembaga Riset Perkebunan Indonesia. http://www.ipard.com/art_perkebun/0071003wrs.asp

Taufiq, A., 1997. Pembuatan Gula Semut dari Nira Kelapa (*Cocos nucifera*) Kajian dari Penundaan Proses Pemasakan Nira Lebih Lanjut dan Tingkat Pencapaian Derajat Brix Pemasakan Awal Nira serta Analisis Kelayakannya Finansialnya. Skripsi. Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya. Malang.

Tiwari G.N. , Sanjeev Kumar, Om Prakash, 2004. Evaluation of convective mass transfer coefficient during drying of jaggery. *Journal of Food Engineering* Vol.63

Wahyuni, S. dan B. Kostradiyanti, 2008. Penurunan Angka Peroksida Minyak Kelapa Tradisional dengan Adsorben Arang Sekam Padi IR 64 yang Diaktifkan dengan Kalium Hidroksida. *Jurnal Kimia* 2(1) : 57-60. Jurusan Kimia FMIPA Univ. Udayana, Denpasar.

Wibisono, G., 2005. Analisis Kelayakan Produksi Gula Semut di Wilayah Kecamatan Nlegok Kabupaten Blitar. Skripsi (dibawah bimbingan S. Wijana). Jurusan Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya. Malang.

Wijana, S., NK. Ayu dan L. Oktaviani, 2008. Analisis Kualitas Gula Sirup yang Beredar di Kota Malang. Laporan Topik Khusus Agroindustri, Jurusan Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya. Malang.

Lampiran 2. Hasil Analisis UNINOVA Warna sirup

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Warna Sirup

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	9659,727(a)	28	344,990	1714,119	,000
Intercept	53447,460	1	53447,460	265559,116	,000
absorben	1,108	2	,554	2,753	,094
Konsentrasi	35,489	4	8,875	44,095	,000
Palma	9604,274	2	4802,137	23859,904	,000
absorben * Konsentrasi	1,714	8	,214	1,065	,433
absorben * Palma	10,505	4	2,626	13,049	,000
Konsentrasi * Palma	6,825	8	,828	4,115	,008
Error	3,250	16	,201		
Total	63110,408	45			
Corrected Total	9662,947	44			

a. R Squared = 1,000 (Adjusted R Squared = ,999)

Warna Sirup

Duncan

Jenis absorben	N	Subset	
	1	2	3
Zeolit	15	34,2833	
Karbon Aktif	15	34,4800	34,4800
Bentonit	15		34,6467
Sig.		,205	,324

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = ,201.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 15,000.

b. Alpha = ,05.

Warna Sirup

Duncan

Konsentrasi Absorben	N	Subset			
	1	2	3	4	1
1%	9	32,9500			
1,5%	9		34,1167		
2%	9			34,6389	
2,5%	9				35,1000
3%	9				35,5111
Sig.		1,000	1,000	1,000	,070

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = ,201.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9,000.

b. Alpha = ,05.

Warna Sirup

Duncan

Jenis Palma	N	Subset		
	1	2	3	1
Aren	15	13,9367		
Kelapa	15		42,6933	
Siwalan	15			46,7600
sig.		1,000	1,000	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = ,201.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 15,000.

b. Alpha = ,05.

Lampiran 3. Hasil Analisis UNINOVA Rendemen Gula Semut

Between-Subjects Factors

		Value Label	N
Jenis absorben	1,00	Karbon Aktif	15
	2,00	Bentonit	15
	3,00	Zeolit	15
Konsentrasi Absorben	1,00	1%	9
	2,00	1,5%	9
	3,00	2%	9
	4,00	2,5%	9
	5,00	3%	9
Jenis Palma	1,00	Kelapa	15
	2,00	Aren	15
	3,00	Siwalan	15

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Rendemen Gula Semut

Source	Type III Sum of squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	2916,089(a)	28	104,146	3,274	,008
Intercept	216875,022	1	216875,022	6818,778	,000
absorben	200,578	2	100,289	3,153	,070
Konsentrasi	842,089	4	210,522	6,619	,002
Palma	457,644	2	228,822	7,194	,006
absorben * Konsentrasi	140,644	8	18,706	,588	,774
absorben * Palma	1043,556	4	260,889	8,203	,001
Konsentrasi * Palma	222,578	8	27,822	,875	,557
Error	508,889	16	31,806		
Total	220300,000	45			
Corrected Total	3424,978	44			

a. R Squared = ,851 (Adjusted R Squared = ,591)

Rendemen Gula Semut

Duncan

	N	Subset		
Konsentrasi Absorben	1	2	3	1
3%	9	64,1111		
2,5%	9	66,3333	66,3333	
2%	9	68,4444	68,4444	
1,5%	9		71,7778	71,7778
1%	9			76,4444
Sig.		,141	,069	,098

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = 31,806.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9,000.

b. Alpha = ,05.

Rendemen Gula Semut

Duncan

	N	Subset	
Jenis Palma	1	2	1
Aren	15	65,4000	
Kelapa	15	69,6667	69,6667
Siwalan	15		73,2000
Sig.		,055	,105

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = 31,806.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 15,000.

Lampiran 4. Hasil Analisis UNINOVA Warna Gula Semut

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Warna Gula Semut

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	122,115(a)	28	4,361	2,209	,050
Intercept	132340,180	1	132340,180	67034,557	,000
absorben	17,428	2	8,714	4,414	,030
Konsentrasi	54,037	4	13,509	6,843	,002
Palma	,000	2	,000	,000	1,000
absorben * Konsentrasi	15,794	8	1,974	1,000	,473
absorben * Palma	34,856	4	8,714	4,414	,014
Konsentrasi * Palma	,000	8	,000	,000	1,000
Error	31,587	16	1,974		
Total	132493,883	45			
Corrected Total	153,702	44			

a. R Squared = ,794 (Adjusted R Squared = ,435)

Warna Gula Semut

Duncan

Jenis absorben	N	Subset	
	1	2	1
Zeolit	15	53,6033	
Karbon Aktif	15	54,1633	54,1633
Bentonit	15		55,0233
Sig.		,217	,113

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = 1,974

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 15,000.

b. Alpha = ,05

Warna Gula Semut

Duncan

Konsentrasi Absorben	N	Subset	
	1	2	1
1%	9	52,9167	
1,5%	9	53,5500	
2,5%	9	54,2333	
2%	9	54,2667	
3%	9		56,1833
Sig.		,078	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = 1.974.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 9,000.

b Alpha = .05

Warna Gula Semut

Duncan

	N	Subset
Jenis Palma	1	1
Kelapa	15	54,2300
Aren	15	54,2300
Siwalan	15	54,2300
Sig.		1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = 1,874.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 15,000.

b Alpha = .05.

Lampiran 5. Hasil Analisis UNINOVA rendemen Gula Semut

Between-Subjects Factors

		Value Label	N
Konsentrasi FCS	1.00	0% FCS	3
	2.00	1% FCS	3
	3.00	2.5% FCS	3
	4.00	5% FCS	3
Jenis Palma	1.00	Kelapa	4
	2.00	Aren	4
	3.00	Siwalan	4

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Rendemen Gula Semut

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	914.441(a)	5	182.888	47.827	.000
Intercept	9654.311	1	9654.311	2524.714	.000
FCS	50.724	3	16.908	4.422	.058
Palma	863.716	2	431.858	112.936	.000
Error	22.944	6	3.824		
Total	10591.696	12			
Corrected Total	937.384	11			

a. R Squared = .976 (Adjusted R Squared = .955)

Rendemen Gula Semut

Duncan

	N	Subset	
Konsentrasi FCS	1	2	†
0% FCS	3	25.7400	
1% F M	3	26.0267	26.0267
2,5% FCS	3	26.1833	26.1833
5% FCS	3		31.5067
Sig.		.190	.080

Means for groups in homogeneous subsets are displayed

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = 3.824.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

b. Alpha = .05.

Rendemen Gula Semut

Duncan

Jenis Palma	N	Subset	
	1	2	1
Siwalan	4	16.3825	
Kelapa	4		33.8125
Aren	4		34.8975
Sig.		1.000	.462

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = 3.824.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

b. Alpha = .05.

Lampiran 6. Hasil Analisis UNINOVA Lama pengkristalan Gula Semut

Between-Subjects Factors

		Value Label	N
Konsentrasi FCS	1,00	0% FCS	3
	2,00	1% FCS	3
	3,00	2,5% FCS	3
	4,00	5% FCS	3
Jenis Palma	1,00	Kelapa	4
	2,00	Aren	4
	3,00	Siwalan	4

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Lama waktu pengkristalan

Source	Type III Sum of Squares		Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	100702,104(a)	5	20140,421	20,733	,001
Intercept	472231,687	1	472231,687	486,130	,000
FCS	55414,729	3	18471,576	19,015	,002
Palma	45287,375	2	22643,688	23,310	,001
Error	5828,458	6	971,410		
Total	578762,250	12			
Corrected Total	106530,563	11			

a. R Squared = ,945 (Adjusted R Squared = ,900)

Lama waktu pengkristalan

Duncan

Konsentrasi FCS	N	Subset	
	1	2	1
5% FCS	3	114,5000	
2,5% FCS	3	157,0000	
1% FCS	3		
0%FCS	3		290,6667
Sig.		,146	291,6667

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The e m term is Mean Square(Error) = 971.410.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

b Alpha = ,05.

Lama waktu pengkristalan

Duncan

Jenis Palma	N	Subset		
	1	2	3	1
Aren	4	129,6250		
Kelapa	4		186,7500	
Siwalan	4			278,7500
Sig.		1,000	1,000	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = 971,410.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4,000.

b. Alpha = ,05.

Lampiran 7. Hasil Analisis UNINOVA rendemen Gula Semut

Between-Subjects Factors

		Value Label	N
Konsentrasi FCS	1.00	0% FCS	3
	2.00	2,5% FCS	3
	3.00	5% FCS	3
	4.00	7,5% FCS	3
Jenis Palma	1.00	Kelapa	4
	2.00	Aren	4
	3.00	Siwalan	4

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Rendemen Gula Semut

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	119.595(a)	5	23.919	2.955	.110
Intercept	68490.608	1	68490.608	8460.874	.000
FCS	92.516	3	30.839	3.810	.077
Palma	27.079	2	13.540	1.673	.265
Error	40.570	6	6.095		
Total	68658.773	12			
Corrected Total	168.165	11			

a. R Squared = .711 (Adjusted R Squared = .470)

Rendemen Gula Semut

Duncan

	N	Subset	
Konsentrasi FCS	1	2	1
0% FCS	3	72.1667	
2.5% FCS	3	74.8933	74.8933
7.5% FCS	3	75.2400	75.2400
5% FCS	3		79.8933
Sig.		.248	.083

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = 6.095.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

b. Alpha = .05.

Rendemen Gula Semut

Duncan

	N	Subset
Jenis Palma	1	1
Aren	4	74.4575
Siwalan	4	74.5150
Kelapa	4	77.6725
Sig.		.173

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = 8.095.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

b. Alpha = .05.

Lampiran 8. Hasil Analisis UNINOVA Lama waktu pengkristalan Gula Semut

Between-Subjects Factors

	Value Label	N
Konsentrasi FCS	0% FCS	3
	2,5% FCS	3
	5% FCS	3
	7,5% FCS	3
Jenis Palma	Kelapa	4
	Aren	4
	Siwalan	4

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Lama waktu pengkristalan

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	454874,771(a)	5	90974.954	10,918	,006
Intercept	8807390,021	1	8807390,021	1056,962	,000
FCS	231645,229	3	77215,076	9,266	,011
Palma	223220,542	2	111610,271	13,395	,006
Error	49996,458	6	8332,743		
Total	9312261,250	12			
Corrected Total	504871,229	11			

a. R Squared = ,901 (Adjusted R Squared = ,818)

Lama waktu pengkristalan

Duncan

	N	Subset			
Konsentrasi FCS	1	2	3	1	
7,5% FCS	3	669,1667			
5% FCS	3	826,8333	826,8333		
2,5% FCS	3		871,8333		
0% FCS	3			1059,0000	
Sig.		,079	,568	1,000	

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = 8332,743.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

b. Alpha = ,05.

Lama waktu pengkristalan:

Duncan

Jenis Palma	N	Subset	
	1	2	1
Kelapa	4	726,7500	
Aren	4	798,2500	
W a n	4		1045,1250
Sig.		,310	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

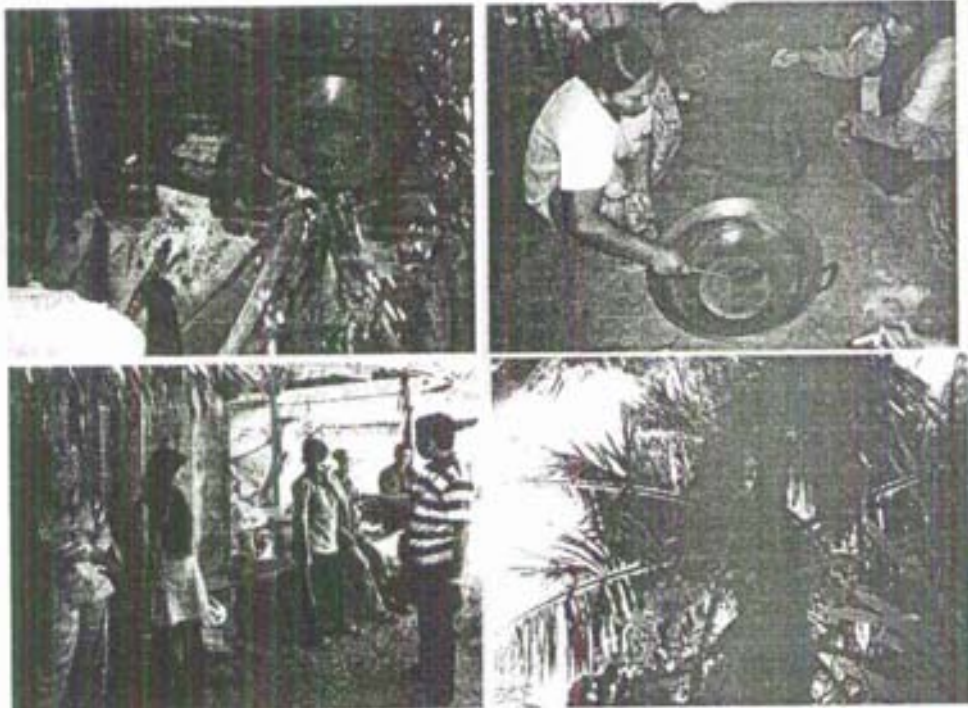
The error term is Mean Square(Error) = 8332,743.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4,000.

b. Alpha = ,05.

Lampiran 9. Foto Kegiatan

■ - Pelaksanaan Kegiatan Penelitian di Kecamatan Sangkapura, Kabupaten Gresik Pulau Bawean



2. Pelaksanaan Kegiatan penelitian di Kecamatan Kampak, Kabupaten Trenggalek





3. Pelaksanaan Penelitian di Laboratorium

1000439

